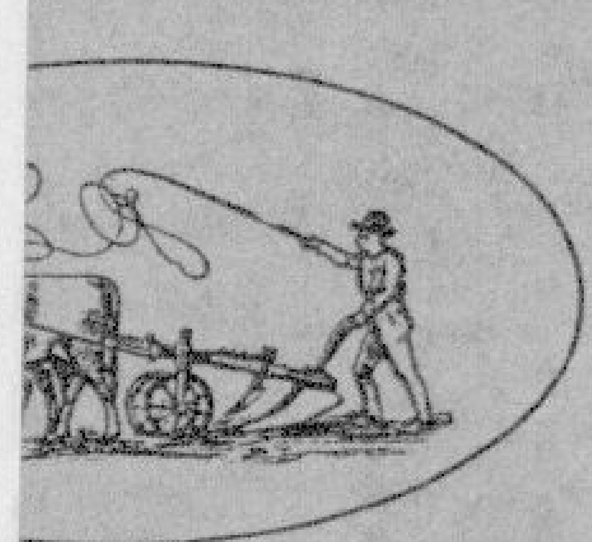


Kalk- und Mergel-Düngung

Deutsche
Landwirtschafts-Gesellschaft.
Berlin SW., Kochstraße 73.

Anleitungen

für den praktischen Landwirt.

Herausgegeben vom Direktorium

der

Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Der Sammlung Nr. 5.

Kalk- und Mergel-Düngung.

Berlin 1896.

Druck von Gebr. Unger, Bernburgerstraße 30.

Kalk- und Mergel-Düngung.

Anleitung für den praktischen Landwirt.

Im Auftrage

der

Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Dünger- (Kainit-) Abteilung,

bearbeitet von

Dr. **Albert Orth,**

Geh. Regierungsrat, Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule und an der Universität zu Berlin

Berlin 1896.

Druck von Gebr. Unger, Bernburgerstraße 30.

Vorwort.

Die vorliegende Schrift ist auf Wunsch der Düngerabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft bearbeitet worden, welche, und insbesondere ihr Vorsitzender, Herr Dr. Schultz-Lupitz, stets aufs wärmste, zwar auf Grund seiner eigenen Erfahrungen, für die Kalkdüngung eingetreten ist und bei Gelegenheit ihrer Wanderausstellungen große Mittel zur Förderung dieser Sache zur Verfügung gestellt hat. Es kann dies meinerseits nur mit besonderer Anerkennung hervorgehoben werden. Im Interesse der Sache bedauere ich in hohem Grade, daß es mir bei meiner sehr in Anspruch genommenen Zeit nicht möglich war, die Arbeit früher zum Abschlusse zu bringen.

Die Schrift soll ebensowohl die wissenschaftliche Seite dieser Frage und die naturgesetzliche Notwendigkeit der Kalkzufuhr begründen, wie auf der andern Seite auf die zweckmäßigste Art und die Kosten der Verwendung sowie auf die großen dadurch praktisch erzielten Erfolge aufmerksam machen, um diese Frage noch mehr als bisher in den praktischen Dienst der Landeskultur zu stellen und die Überzeugung zu verbreiten, daß in den zahlreichsten Fällen ohne regelmäßige Kalkzufuhr lohnend nicht zu wirtschaften ist. Es ist dabei ausdrücklich die Bezeichnung Düngung in Anwendung gebracht worden, weil Verfasser von der Ansicht ausgeht, daß der Kalk neben Kali, Phosphorsäure und Stickstoff zu den unentbehrlichsten Pflanzennährstoffen gehört, daneben aber außerdem noch zu den

wichtigsten Hilfsmitteln zählt, um diese anderen unentbehrlichen Nährstoffe im Boden nutzbar zu machen, nach welcher Richtung er denselben mit Bezug auf die Aufschließung der Bodenbestandteile bei Weitem überlegen ist.

Für die Form und für die Art der Behandlung sind die praktischen Zwecke der Schrift entscheidend gewesen, da sie für den ausübenden Landwirt geschrieben ist.

Wenn der Geologe in der Lage ist, aus derselben über die naturgesetzlichen Umsetzungsvorgänge, welche auch in der Vorzeit vielfach in ähnlicher Weise stattgefunden haben, einiges zu entnehmen, wenn der Botaniker daraus ersehen kann, wie sehr die chemischen Zersetzungsprozesse und nicht allein die physikalischen Verhältnisse die Frage der Bodenstetigkeit gewisser Pflanzen entscheiden, wenn endlich der Hygieniker aus der Zusammensetzung der Bodengrundlagen und aus der Natur der im Boden vor sich gehenden Umänderungen Schlüsse ziehen kann betreffs der Natur und der Reinheit des Trinkwassers, sowie über das Auftreten gewisser Krankheitserscheinungen, so mag das nur ein Beweis sein, welche vielfachen Beziehungen die Kalkfrage des Bodens mit Bezug auf zahlreiche wissenschaftliche und praktische Fragen des Lebens in Anspruch nimmt.

Möge die Schrift in der gegenwärtigen schwierigen Zeit, welche auf dem Ackerbau lastet, sich als ein Förderungsmittel desselben bewähren.

Mit diesem herzlichen Wunsche übergiebt sie Verfasser der Öffentlichkeit, mit der Bitte, ihm von besonderen einschlägigen Erfahrungen Mitteilung machen zu wollen.

Berlin, 31. Mai 1896.

Albert Orth.

Inhalt.

A. Geschichte und Begründung der Kalk- und Mergeldüngung.

Vorbericht.

B. Die Ausführung der Düngung mit Kalk und Mergel.

Kalk- und Mergel-Düngung.

A. Geschichte und Begründung der Kalk- und Mergel-Düngung.

Vorbericht.

1. Einleitung.

Wenn man in älteren landwirtschaftlichen Werken unter den mineralischen Düngemitteln meist nur Kalk, Mergel, Gips und Asche verzeichnet findet und sich im Vergleich dazu vergegenwärtigt, womit die heutige Landwirtschaft auf diesem Gebiete arbeitet und rechnet, so sieht man den gewaltigen Unterschied in der Verwendung wirtschaftlicher Hilfsmittel, welcher in dieser Hinsicht die Gegenwart von einer nicht allzu weit zurückliegenden Vergangenheit trennt. Wenn wir zur Zeit sehen, wie die Bergwerke mineralische Kalisalze, welche zur Befruchtung des Bodens dienen und weit über die Erde versandt werden, aus großer Tiefe in die Höhe bringen, wie die Hüttentechnik gelernt hat, aus den phosphorhaltigen Eisenerzen, welche namentlich in Deutschland stark vertreten sind, einen Nebenbestandteil in Form der Thomasschlacke abzutrennen und in derselben den Feldern billige Phosphorsäure aus bergmännisch gewonnenen Rohstoffen zur Verfügung stellt, wenn wir ganze Flotten über das Weltmeer gehen sehen, um Chilisalpeter und Phosphorite in der Form von Superphosphat den alten Kulturländern zuzuführen, und wenn im Austausch dafür große Massen von edlem Metall in diese Ursprungs-Gegenden wandern, so mag es wohl nicht deutlicher bezeichnet werden können,

welche großen Änderungen gegenüber der älteren Zeit Wissenschaft und Technik in der Benutzung wirtschaftlicher Hilfsmittel herbeigeführt haben.

In den landwirtschaftlichen Werken der Gegenwart werden die genannten Düngemittel voran gesetzt, während die früher nur als mineralische Düngemittel bezeichneten kalkhaltigen Stoffe häufig als weniger bedeutsam, als zweiten Ranges, hingestellt werden.

Ist diese Anschauung richtig? Kann und darf derselben im Interesse der Landeskultur zugestimmt werden?

Ich glaube gleich voraus schicken zu sollen, daß dem nicht so ist und daß dies zur Zeit auch wissenschaftlich weit genauer als früher bewiesen werden kann. Da durch solche Auffassungen, als ob die zuletzt genannten mineralischen Dungstoffe den vorher aufgeführten sogenannten Kern-Nährstoffen Phosphorsäure und Kali gegenüber überhaupt nur zweiten Ranges wären, der Entwicklung der Landeskultur ganz zweifellos lange geschadet worden ist, und da diese Einwirkungen bis zur Gegenwart noch fortdauern, so wird auch auf die Darlegung der bezüglichen neueren wissenschaftlichen Gegenbeweise besonderes Gewicht gelegt werden müssen, damit einer unberechtigten Vernachlässigung der kalkhaltigen Düngemittel im Interesse der deutschen Landwirtschaft mit Erfolg entgegengewirkt werden kann.

2. Die Geschichte der Kalk- und Mergeldüngung.

Es ist bekannt, daß im Altertum bereits Mergel und gebrannter Kalk zur Befruchtung des Bodens benutzt worden sind. Das Überstreuen von weißen Erden über die Felder wird bereits bei den alten Griechen und Römern angeführt, der Mergel wird von Columella empfohlen. Plinius erwähnt in seiner Naturgeschichte (Buch 17), daß die Düngung mit Mergel von den Britanniern und Galliern erfunden und daß derselbe gleichsam das Schmalz der Erde sei, wodurch Gallien und Britannien reich wurden. Derselbe wurde für diesen Zweck zum Teil aus 100 Fuß tiefen Schächten, wie bei Bergwerken, hervorgeholt. Kalk und

Mergel soll für Getreide und Heu, für Ölbaum und Weinstock sehr zuträglich gewesen sein. Plinius „rühmt die Ubier (bei Trier und Jülich), daß sie sich ihren fruchtbaren Boden durch Mergel geschaffen hätten."

Wie weit sich diese Benutzung in der Folge zur Zeit der Völkerwanderung und im Mittelalter erhalten, oder ob sich dieselbe in der neueren Zeit selbständig entwickelt hat, ist schwer festzustellen. Die Benutzung von Mergel und Kalk wird aber immerhin in Mitteleuropa als schon seit Jahrhunderten vorkommend angenommen werden können. Heiden erwähnt die Anwendung von Mergel in Deutschland im 12. Jahrhundert.

Im Altenburgischen ist das Mergeln nach Langethal bereits 1550 in Aufnahme gekommen. Heresbach macht in seinen 4 Büchern über Landwirtschaft (Köln 1571) darauf aufmerksam, daß das Kalken der Äcker allgemein gebräuchlich sei am Niederrhein und Mergel von da mit Schiffen weit versandt werde, die Mergelung überhaupt eine deutsche Erfindung sei. Alle diese Fortschritte sind in den Verwüstungen des 30jährigen Krieges in der Hauptsache untergegangen.

Boussingault giebt an, daß die Anwendung des gebrannten Kalks in Frankreich in der Großkultur nicht über das 16. Jahrhundert hinausgehe. Nach A. Müller soll im nördlichen Schweden um die Mitte des vorigen Jahrhunderts (zu Linnés Zeit) bereits gemergelt worden sein. Dr. Gehrke erwähnt 1822 nach Arthur Young, daß man in England seit 400 Jahren die Spuren des Mergelns nachweisen könne, „daß es aber erst im vorigen Jahrhundert allgemein geworden, und daß die meisten Güter einen dreimaligen Mergelkursus bestanden hätten." „Im ganzen habe aber der Kompost und mithin der gebrannte Kalk den Mergelbetrieb geschwächt, weil man auf diese Art weniger von dieser Substanz bedürfe. Diesen lasse man aber oft da, wo man ihn nicht habe, 30 und mehrere Meilen weit auf den Flüssen und Kanälen herkommen und die meisten Farmers verwendeten jährlich 10 und mehrere Schil. Sterl. auf den Acker für Kalk."

Beckmann macht in seinen Grundsätzen der deutschen Land-

wirtschaft 1775 darauf aufmerksam, daß der gebrannte Kalkstein in England, Schlesien und in der Nachbarschaft von Eger und an anderen Orten gebraucht werde. Es heißt daselbst in § 32: „Die kalkichte Erde mildert die Säure, mindert die Nässe, befördert die Fäulung und bessert den thonigen Boden.“ In der Landwirtschaftslehre von Schubart von Kleefeld 1797 wird bemerkt, daß in den meisten Gegenden des sächsischen Erzgebirges gebrannter Kalk, der zuvor gelöscht worden, sowohl im Herbste, als auch öfter im Frühjahr auf die Äcker gestreut werde. „Einige versuchende Ökonomen rühmen auch sehr die Wirkung des rohen ungebrannten klar gestoßenen Kalksteins.“ Adolf Stoeckhardt führt in seinen Chemischen Feldpredigten II (1857) an, wie die Entdeckung von Kalksteinlagern im Plauenschen Grunde bei Dresden Ende des vorigen Jahrhunderts nach Mitteilungen von Becker dort sehr bedeutsam geworden sei. „Die Entdeckung dieser Kalksteinflötze ist für die ganze Gegend umher eine sichtbare Wohlthat geworden, indem man sich des Kalks zur Düngung der Felder bedient hat. In vorigen Zeiten stand das Getreide, besonders auf den Höhen, sehr ärmlich; seitdem man sie aber mit Kalk düngt, steht es überall schön. Die Kalköfen sind in beständiger Wirksamkeit und dennoch ist niemals Vorrat vorhanden, so sehr wird der Kalk von allen Seiten gesucht und benutzt.“

Es mag dies ein Hinweis sein, von welcher Wichtigkeit die Durchforschung des vaterländischen Bodens nach dem Vorkommen von Kalk- und Mergellagern werden kann.

Nach Pfarrer Meyer von Kupferzell im Hohenloheschen ist in dieser Gegend von Süddeutschland schon seit dem Jahre 1720 insbesondere der leichte Boden gemergelt worden. Die Hohenloher wiederholten es alle 20 Jahre aufs neue und vergaßen den Viehdung dabei nicht.

Ganz besonders nachhaltig ist indessen frühzeitig in Holstein seit dem Anfange der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts und in Mecklenburg seit dem Anfange dieses Jahrhunderts gemergelt worden. Von der Preetzer Probstei in Holstein, wo der Hufner Heinrich Puck in Bentfeldt zufällig bei Anlegung eines „Solls“

zur Tränke die Wirkung des auf den Acker gefahrenen blauen Lehms (Mergels) entdeckte, (nach Thaer um die Mitte des 18. Jahrhunderts), verbreitete sich das Mergeln vom Ende des Jahrhunderts an bald allgemein. Gehrke giebt indessen an, daß nach einer alten Urkunde in Mecklenburg das Mergeln schon im Jahre 1466 bekannt gewesen sein müsse.

Schon im Jahre 1769 sind von Andreä 300 Arten von Mergel aus dem Kurfürstentum Hannover im Auftrage der dortigen Kammer beschrieben worden.

Nach Thaer wurde um dieselbe Zeit in der Dorfschaft Marienau im Hannoverschen Amte Lauenstein von einem Bauer zuerst mit großem Erfolge gebrannter Kalk zur Düngung auf dem dortigen schweren Boden verwendet. 20 Jahre später erhielt die Dorfschaft von der Hannoverschen Landwirtschafts-Gesellschaft die hohe Anerkennung eines silbernen Pokals mit der Inschrift: „Der Gemeinde Marienau wegen eingeführter Kalkdüngung.“ Ein Knecht hatte den betriebsamen Bauer auf die großen Erfolge der Kalkdüngung in Holland aufmerksam gemacht.

Es wird angegeben, daß König Friedrich II. im vorigen Jahrhundert Bergleute aus Schlesien nach der Mark Brandenburg habe kommen lassen, um daselbst auf Mergel zu suchen, daß dieselben Mergel indessen nicht hätten finden können, obwohl kalkhaltige Untergrundschichten sehr verbreitet vorhanden sind.

Seit dieser Zeit und namentlich in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts hat das Mergeln des Bodens in Norddeutschland mit dem daselbst im Untergrunde sehr häufig auftretenden Diluvialmergel und anderen Mergeln stark zugenommen, und es muß diese Zeit als die Hauptmergelperiode daselbst bezeichnet werden, während die Anwendung des Kalks in Form von gebranntem Kalk in diesen Gegenden für den Feldbau lange Zeit fast gar nicht stattgefunden hat und erst durch den Ausbau des Eisenbahnnetzes mehr erleichtert worden ist. Vereinzelt ist das Streichen von Wiesenkalk in Backsteinform und nachfolgendes Trocknen und Brennen desselben die Art und Weise gewesen, in welcher auch in Norddeutschland, wo anstehende Lager von festem

Kalkstein meist fehlen, dem Ackerboden gebrannter Kalk zugeführt werden konnte.

Das Kalken hat sich im Laufe dieses Jahrhunderts am meisten in den kalkarmen Gebirgsgegenden unseres Vaterlandes verbreitet, aber auch hier nicht überall. Im Gegenteil müssen noch manche dieser Gegenden als durch Kalkarmut zurückgeblieben bezeichnet werden.

In Bezug auf die Erfolge des Mergelns in dieser Periode mögen folgende Äußerungen praktischer Landwirte hier verzeichnet werden:

„Durch sein Aufsuchen und seine Anwendung (Mergel) ist dieses Norddeutschland aus Armut in Reichtum versetzt und aus unfruchtbarem Lande zu gesegnetem geworden.“ [1])

„Wer eine große Fläche mageren sandigen Lehmbodens besitzt, kann dieselbe auf keine Weise eben so sicher, so schnell und deshalb auch so wohlfeil in fruchtbares Ackerland verwandeln, als durch ein halbzölliges Befahren der Oberfläche mit Thonmergel.“

„Auf mageren Bodenarten muß die Verbesserung des Ackerbaus damit beginnen.“

„Diese Verbesserung äußert auf mageren ausgesogenen Sandfeldern in der Regel eine jede Mistdüngung übertreffende Wirkung.“

„Es wird dadurch erst ein fruchtbringender Ackerbau geschaffen.“ [2])

So hat die Kalkzufuhr zum Grund und Boden vermittelst Kalk und Mergel eine Hauptentwicklungs-Epoche der Landwirtschaft in vielen Gegenden und auf manchen Gütern eingeleitet und ist eine Hauptgrundlage des Futterbaues und der Fruchtwechselwirtschaft geworden. Ich erinnere daran, wie es in den 40er und 50er Jahren dieses Jahrhunderts auf dem Boden des jetzigen Preußischen Landgestüts Beberbeck, Provinz Hessen-Nassau, nach ausgeführter Entwässerung erst durch Zufuhr erheblicher Mengen von gebranntem

---

1) Elsner, Erlebnisse und Erfahrungen eines alten Landwirts. Hamm 1865. Bd. I, S. 211.

2) Koppe, Unterricht im Ackerbau und in der Viehzucht. Berlin 1856. Teil II. S. 22, 23, 24.

Kalk durch den intelligenten und sehr unternehmenden Landwirt Ulrichs möglich war, wirtschaftlich weiter zu kommen. Erst dadurch ist es daselbst gelungen, ein kräftiges Pferd zu erziehen, und der Gestütsinspektor Renner stellte deshalb im Anfang der 50er Jahre, als ihm diese Stelle übertragen werden sollte, für die Übernahme derselben geradezu die Bedingung, daß der kaltgründige versäuerte Boden eine entsprechende Kalkung erfahre. Und auf dem mageren altmärkischen Sandboden zu Lupitz in der Provinz Sachsen ist ebenfalls erst durch die mit vielen Schwierigkeiten verknüpft gewesene, aber mit großer Energie verfolgte und durchgeführte Mergelung des kalkarmen Bodens mit dem im benachbarten fiskalischen Walde aufgefundenen 20prozentigen steinfreien Diluvialmergel der erste größere wirtschaftliche Erfolg erzielt worden, wie aus der interessanten Abhandlung von Dr. Schultz: „Reinerträge auf leichtem Boden, ein Wort der Erfahrung zur Abwehr der wirtschaftlichen Not“ im Jahrgang 1881 der landwirtschaftlichen Jahrbücher, welche kein Landwirt ungelesen lassen sollte, hervorgeht.

Inzwischen war aber die Landwirtschafts-Wissenschaft auf verschiedenen Gebieten wesentlich bereichert worden, worauf zunächst hingewiesen werden muß.

3. Der Einfluß der Ersatztheorie.

Wenn im Anfange des Jahrhunderts die physikalischen Eigenschaften des Bodens durch Schübler in einer Reihe von Untersuchungen klar gestellt worden waren und diese wichtige Seite der Bodenfrage dadurch eine vermehrte Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hatte, so schaffte das Erscheinen von Liebigs bedeutsamem Werke: „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ (Erste Auflage 1840 und bis 1846 in sechs Auflagen erschienen) Wandel in Bezug auf die chemischen Grundlagen der Pflanzenernährung, nachdem Sprengel, Boussingault und andere bereits wesentlich vorgearbeitet hatten. Liebig hat aber das große Verdienst, dieses wichtige Gebiet namentlich auch geistig befruchtet zu haben, so daß zahlreiche wissenschaftliche Kräfte durch ihre analytischen Arbeiten den Ausbau der Theorie der Pflanzen-

ernährung, der Zusammensetzung der Pflanzen, der Absorption der Pflanzennährstoffe durch den Boden, der Erziehung von Pflanzen in Boden und Wasser, sowie die Verbreitung der neuen Lehren in den weiten Kreisen des praktischen Lebens fördern konnten. Ich erinnere nur an die Thätigkeit von Adolf Stoeckhardt und Emil Wolff, von Knop, Sachs, Hellriegel und vielen anderen. Es knüpfte sich daran die eindringliche Mahnung Liebigs, daß der Raubbau der Ruin für die Landwirtschaft und die Staaten sei und daß dem Boden der Entnahme durch die Ernten und die bezügliche Ausfuhr entsprechend Ersatz geleistet werden müsse.

Ein großer Gewinn der neuen Lehre war, daß die Auffassungen über die chemische Seite der Pflanzenernährung und die Unentbehrlichkeit bestimmter Nährstoffe, ohne welche sich die Kulturpflanzen nicht entwickeln können, eine ganz wesentliche Förderung für den praktischen Ackerbau erhalten hatten, dem seinerseits die schwierige Aufgabe obliegt, diese Thatsachen nunmehr im Sinne des ökonomischen Erfolges zu verwerten.

Da sich indessen die neue Lehre vielfach einseitig dahin zuspitzte, daß der Landwirt nur Ersatzwirtschaft zu treiben, d. h. die aus dem Gute ausgeführten Pflanzennährstoffe in gleicher Höhe zu ergänzen habe, da ferner nicht immer richtige Auffassungen über die Bedeutung der kalkhaltigen Nährstoffe für das Pflanzenleben und ihre Deckung aus dem Boden hinzukamen, bei unrichtiger Benutzung kalkhaltiger Stoffe zuweilen auch Mißerfolge vorkamen, so hat in neuerer Zeit die Frage der Kalk- und Mergelverwendung in der Auffassung vieler Landwirte thatsächlich an Bedeutung verloren und man schreibt ihr in sehr vielen Fällen zum großen Nachteile für die Landeskultur eine geringere Wichtigkeit zu. Es war zweifellos in vielen praktischen und wissenschaftlichen Kreisen die Annahme verbreitet, daß die Kalkfrage im praktischen Interesse des Ackerbaues in der Regel nur eine geringere oder gar keine Beachtung verdiene, damit gleichzeitig aber die Notwendigkeit eingetreten, daß auf diesem Gebiete bald wieder Wandel geschafft und das große Schwergewicht dieser Frage klar gestellt werde.

In einem mir bekannten Falle hatte ein kenntnisreicher Landwirt in einer Wirtschaft des Buntsandsteingebietes jahrelang stickstoff- und phosphorsäurereiche, auch kalihaltige Dungmittel nach dem Grundsatze der Ersatztheorie angewandt und wäre darüber beinahe zu Grunde gegangen: Erfolge hat derselbe erst nach Einführung der Kalkung gehabt.

4. Das Vorgehen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Die Ackerbau-Abteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft hat auf den Antrag des Verfassers sofort nach ihrer Errichtung beschlossen, die Kalk- und Mergelfrage und anschließend auch die Waldstreufrage aufzunehmen und zur Verhandlung zu bringen. Eine erste Umfrage über Kalk- und Mergelverwendung in Deutschland wurde demgemäß bereits im Jahre 1886 ins Werk gesetzt. Der Bericht hierüber ist in den Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft vom 6. Mai 1887 enthalten. Aus demselben geht hervor, daß zu damaliger Zeit in Deutschland die Kalk- und Mergelverwendung anderen Düngungsfragen gegenüber wohl noch zurückstand, daß man derselben jedoch bereits größere Aufmerksamkeit zu schenken begann. Ebenso wurde auf der ersten Wanderversammlung zu Dresden hierüber verhandelt. Infolge dieser Verhandlung wurden von der Ackerbau-Abteilung Verbindungen mit den deutschen geologischen Landesanstalten angeknüpft, um den Landwirten auf ihren Antrag die Mitwirkung von Geologen zur Feststellung von Kalk- und Mergellagern zu gewinnen. Im Jahrbuch Band 10 ist über den Erfolg dieser Untersuchungen berichtet worden. Auch wurde bereits in Dresden 1886 in der Ackerbau-Abteilung dem Wunsche nach Verbilligung der Eisenbahnfrachten für kalkhaltige Handelsdüngemittel Ausdruck gegeben.

Es muß besonders anerkannt werden, daß die Düngerabteilung, welche in diesen wie in anderen Fragen mit der Ackerbauabteilung Hand in Hand arbeitete, diese Ziele auf das wirksamste durch

Bereitstellung erheblicher Geldmittel unterstützt hat, so daß auf den jährlichen Ausstellungen der Gesellschaft bedeutende Geldpreise für Kalk- und Mergel-Ausstellungen ausgesetzt werden konnten.

Die mit diesen Ausstellungen zu erstrebenden Ziele wurden in einer besonderen Veröffentlichung der Ackerbauabteilung wie folgt niedergelegt:

„Landwirtschaft ohne Kalk. Es ist festgestellt, daß auf vielen Bodenarten der landwirtschaftliche Betrieb mit Aussicht auf Erfolg nicht betrieben und nicht erhalten werden kann, wenn nicht der großen Kalkarmut derselben durch periodische Zufuhr von Kalk oder Mergel entgegengewirkt wird. Durch die unter dem Einfluß der Atmosphärilien beständig vor sich gehenden Auslaugungsprozesse wird der Kalkverlust an vielen Stellen so groß, daß der Ackerbau daselbst, wenn nicht Abhilfe geschieht, notwendig zurückgehen oder aufhören muß, und es ist eine dringende Notwendigkeit für die Landwirtschaft, überall, wo es erforderlich, überall, wo es wirtschaftlich möglich ist, sich klar zu machen, welche großen praktischen Konsequenzen sich aus diesen naturgesetzlichen Vorgängen für den Betrieb ergeben.

Selbst die sonst wertvollsten Düngemittel kommen in solchen Fällen nicht zur entsprechenden und lohnenden Wirkung, erhebliche bezügliche Kapitalmassen werden nutzlos ausgegeben und der Ackerbau krankt und ist ohne Gedeihen. Für viele Gegenden gehört es deshalb zu den hochbedeutsamen Fragen, zu wissen, welche verschiedenen Hilfsmittel dieser Art dem Ackerbau daselbst nutzbringend zur Verfügung stehen, und rangiert die bezügliche Durchforschung und die Feststellung dieser Materialien unter den großen Aufgaben für die Landeskultur in erster Linie.

Das Vorgehen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, betreffend das Ausschreiben einer Konkurrenz für die Ausstellung von Kalk und Handelsmergel auf der nächsten Wanderausstellung zu Breslau im Mai d. J. und die Aussetzung erheblicher Preise dafür hat den Zweck, überall im Deutschen Reiche auf die hier noch vorhandenen Lücken hinzuweisen und auf die Ausfüllung derselben in praktischer Weise hinzuwirken. Wie auf dem Gebiete des Düngermarktes im Verkehre mit Stickstoff-, Kali- und Phosphor-

säure-haltigen Stoffen soll auch bei Kalk- und Handelsmergel eine Übersicht darüber gewonnen werden:

1. Welche nutzbringenden Kalke und Handelsmergel sind vorhanden?
2. Welches ist der Gehalt derselben?
3. Zu welchem Preise können dieselben abgegeben werden?
4. Auf welche Entfernung sind dieselben für wirtschaftliche Zwecke noch als transportfähig zu betrachten?

Eine solche Feststellung nützt nicht bloß den Gauen, in deren Mittelpunkt die diesjährige Ausstellung stattfindet und in welchen man auf eine besonders starke Beteiligung bei dieser Konkurrenz wird rechnen dürfen, im Gegenteil, die genannte Feststellung ist eine wirtschaftliche Notwendigkeit für die verschiedensten Gegenden des Deutschen Reichs, wo überall die genannten Fragen zum öffentlichen Bewußtsein gebracht werden müssen. Es darf sich deshalb auch kein Land und keine Provinz, kein Centralverein und keine Versuchsstation den bezüglichen Aufgaben entziehen. Die deutsche Landwirtschaft kann und muß erwarten, daß die genannten schwerwiegenden Landeskulturfragen baldmöglichst klar gestellt werden. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft bringt deshalb für diesen Zweck so erhebliche Geldopfer. Auf die bezügliche Opferwilligkeit und das Entgegenkommen seitens der einzelnen deutschen Länder und Provinzen wird dabei mit Bestimmtheit gerechnet. Niemand, wer zuständig ist, darf sich dieser Sache entziehen."

Auf den Ausstellungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Breslau, Magdeburg, Straßburg, Bremen, Königsberg, München, Berlin, Köln wurde regelmäßig auch Kalk und Mergel vorgeführt. Der Zweck, diese wichtige Frage in allen Gauen und Ländern im Interesse des Groß-Landwirts wie des Bauern möglichst bald zu klären, wurde aber im allgemeinen nicht mit dem Erfolge, welcher nach der Wichtigkeit der Sache und nach den gemachten Anstrengungen erwartet werden mußte, erreicht. Durch Ausschreiben einer Preisaufgabe, wozu die Firma Großwendt & Blunk in Hamburg die Mittel hergegeben hatte, sollte eine Druckschrift gewonnen werden, um auf die große Bedeutung dieser Frage in

weitesten Kreisen aufmerksam zu machen. Durch die von Dr. Ullmann bearbeitete Preisschrift über Kalk und Mergel, deren Druckkosten wiederum die Dünger-Abteilung bewilligte und welche von der Gesellschaft seit 1893 in 15 000 Stück verbreitet worden ist, hat die Frage eine vielseitige Anregung erfahren.

Eine zweite Umfrage der Ackerbau-Abteilung 1891/92 lieferte, aus den weiten Kreisen der praktischen Landwirte beantwortet, folgendes Ergebnis (Jahrbuch Bd. 8, 1893, Seite 559 bis 582):

„1. Durch die Kalk-Umfrage ist die mehrfach aufgestellte Behauptung, daß es im Boden an Kalk selten fehle, durch die berufensten Vertreter der Praxis in bestimmtester Weise widerlegt worden.

2. Große Gebiete und sehr zahlreiche Wirtschaften des Vaterlandes sind noch ohne entsprechende Kalkverwendung. Die Abhilfe ist um so mehr ein dringendes Bedürfnis, als der Ackerbau auf sehr vielen Bodenarten ohne Kalkzufuhr unmöglich ist oder immer mehr aufhört, lohnend zu sein.

3. Selbst in den intensivsten Wirtschaften und auf fruchtbaren Bodenarten, wo große Mengen von Handelsdünger, insbesondere auch Kalisalze, verbraucht werden, hat die Kalk-Verwendung im Interesse des Reinertrags wesentlich zugenommen.

4. Neben der Aufgabe, den Pflanzen leicht lösliche Kalknahrung zur Verfügung zu stellen, was sich besonders in der ersten Entwicklung nach der Keimung sehr bemerklich macht, wird in der Praxis auf die Erhaltung und Wiederherstellung günstiger physikalischer Eigenschaften infolge der Kalkzufuhr, namentlich mit Bezug auf das sogenannte Abbinden des Bodens, hoher Wert gelegt.

5. Auf vielen leichten, insbesondere sandigen Bodenarten hat sich die Zufuhr von Mergel und gemahlenem Kalkstein sehr bewährt, insbesondere auch besser als gebrannter Kalk. Schwächere und häufigere Gaben von kohlensaurem Kalk werden einzeln in der neueren Zeit mehr ins Auge gefaßt, damit der Schorf bei den Kartoffeln weniger hervortrete. Auf sehr vielen Bodenarten wird überhaupt nach Kalk- und Mergelzufuhr Schorf bei den Kartoffeln

nicht beobachtet, auf einigen ist das Auftreten des Schorfs dadurch gehoben.

6. Die Benutzung der verlegbaren Feldbahnen verbilligt vielfach die Mergelung und gestattet häufig auch die Anwendung großer Mengen, um neben der Kalkzufuhr dem wenig gebundenen Boden reichlich thonige Teile zuzuführen und die Absorptionsverhältnisse zu verbessern.

7. Daß es hierbei an der erforderlichen Stallmistdüngung, bezw. an den nötigen Beigaben von Kali und Phosphorsäure nicht fehle, um das „Ausmergeln" zu verhüten, hat sich (abgesehen von der Kuhlerde der Seemarschen) auf allen Bodenarten, namentlich auf Sandboden herausgestellt.

8. Auf vielen Lehm- und stark gebundenen Thonböden sind stärkere Gaben von gebranntem Kalk die beste und billigste Form der Kalkverwendung, wodurch namentlich auf die Aufschließung des schweren Bodens und die physikalische Lockerung und Krümelung besonders günstig eingewirkt wird.

9. Gemahlener gebrannter Kalk hat sich an einzelnen Orten eingeführt, um denselben sofort mit der Maschine ausstreuen zu können. Gebrannter dolomitischer Kalk ist in bestimmten Gegenden wie bisher beliebt geblieben. Abfallkalk wird trotz mancher Übelstände der Verwendung auf große Entfernungen verfrachtet. Scheideschlamm ist vielfach im Wert gestiegen.

10. Die Art der Verwendung und des Aufbringens ist nicht immer fehlerfrei gewesen und wird derselben besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen.

11. Der lohnende Anbau von Klee, von Erbsen und andern Hülsenfrüchten, von Raps, Weizen und Zuckerrüben ist auf manchen Bodenarten erst durch rationelle Kalkzufuhr ermöglicht und sind die Erträge nicht selten nach den gemachten Angaben von ein Viertel bis zum Zweifachen und Dreifachen gesteigert worden.

12. Sowohl für Handelsmergel und gemahlenen kohlensauren Kalk wie für alle Arten von gebranntem Kalk ist die Verbilligung des Transports und die Anlage der dafür geeigneten Eisenbahnen und Kanäle, zum Teil besonderer Kalk-Eisenbahnen, ein dringendes

Staats-Interesse, um möglichst vielen Bodenarten, überall, wo es eine wirtschaftliche Notwendigkeit ist, die Wohlthat der Kalkzufuhr zu teil werden zu lassen. Die angegebene Vermehrung der dadurch herbeigeführten Ernten ist der unzweifelhafte Nachweis, wie bedeutsam als Folge davon die Transporte der Eisenbahnen selbst gesteigert werden müssen.

13. In Verbindung damit steht der Ausbau eines mit Bezug auf diese wichtige Landeskulturfrage zweckmäßig angelegten Wegenetzes, welcher in den einzelnen Kreisen und Provinzen überall, wo erforderlich, möglichst gefördert werden muß.

14. Die Umfrage beweist durch ihre Ergebnisse in bestimmter Weise, wie sehr die Aufnahme dieser Angelegenheit seitens der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft im Interesse der Landeskultur eine Notwendigkeit war, wie das Interesse dafür in weiten Kreisen angeregt ist und welche großen Erfolge dadurch in den verschiedensten Gegenden bereits erzielt sind.

15. Sowie der Staat die Aufgabe hat, diese Bestrebungen im eigenen Interesse nach Möglichkeit zu unterstützen, so wird die weitere Entwicklung dieser Angelegenheit für Großbetrieb und Kleinbetrieb namentlich durch die Thätigkeit der landwirtschaftlichen Vereine in Verbindung mit ihren wissenschaftlichen Stations- und Unterrichts-Einrichtungen zu fördern sein. Die Umfrage ergiebt, daß gerade in den bäuerlichen Wirtschaften die Kalkverwendung noch am meisten zurückgeblieben ist.

16. Es sollte deshalb möglichst bald überall, in jedem Bezirke und in jeder Ortschaft, festgestellt werden:

a) Wo ist ohne Kalkzufuhr ein Fortschritt des Ackerbaus nicht zu erwarten und welches ist die beste Form derselben?

b) Welche Stoffe sind dafür im vaterländischen Boden vorhanden?

c) Von wo werden dieselben an die einzelnen Punkte am zweckmäßigsten bezogen?

damit dieses großartige wirtschaftliche Hilfsmittel bald überall, wo es unentbehrlich ist, dienstbar gemacht werden kann."

Eine weitere Umfrage der Ackerbau-Abteilung bezog sich auf die Fortschritte und Hilfsmittel in der Kultur des Sandbodens seit den letzten 15 Jahren. Die Kalkfrage spielt bei der durchschnittlichen Kalkarmut der meisten Sandböden eine besonders wichtige Rolle. Die Ergebnisse der Sandkultur-Umfrage und die dabei wirksamen Hilfsmittel sind im Jahrbuch Band 9, 1894, Seite 511 bis 539 abgedruckt worden.

Es erhellt aus denselben u. a., daß die Verwendung von Kalk auch jetzt noch bei weitem nicht überall, weder im Großbetriebe, noch viel weniger aber im Kleinbetriebe soweit gefördert ist, daß die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft in ihren bezüglichen Bestrebungen nachlassen dürfte; im Gegenteil wird sie diese Frage beständig im Auge behalten müssen. Dies hat auch insbesondere Veranlassung gegeben zur Bearbeitung der vorliegenden kleinen Schrift, welche auf Beschluß der Düngerabteilung entstanden ist.

I. Der Kalk als Pflanzennährstoff.

Die Erörterungen in der Litteratur darüber, wie weit Kalk wirklich als Pflanzennährstoff, wie weit er mehr als Reiz- und Lösungsmittel im Boden zu bezeichnen ist, sind schon ziemlich alt und dauern bis in die neueste Zeit fort.

Die allgemeinen Auffassungen über diese Fragen im Sinne rationeller Düngung bekommen überhaupt erst einen gewissen Halt, als Annahmen, daß die Pflanze sich Stoffe schaffen könne, welche ihr in Boden und Luft, worin sie wächst, nicht zur Verfügung stehen, aufgegeben waren.

Im Jahre 1800 stellte die Akademie der Wissenschaften zu Berlin die Preisfrage, ob die erdigen Bestandteile des Getreides in die Pflanze einträten, wie man sie findet, oder ob sie durch die Wirkung der Vegetation erzeugt würden? Die Antwort des Akademikers Schrader lautete, daß die Pflanze ihre Aschenbestandteile durch ihren Lebensprozeß erzeuge.

Thaer steht in seinen Grundsätzen rationeller Landwirtschaft Bd. II, 1810, noch auf dem Standpunkte von Schrader, welcher

gerade mit Bezug auf Kalk annahm, daß die Pflanze sich denselben, im Falle er mangelt, schaffen könne. In dem genannten Werke von Thaer Bd. II, 1810, heißt es Seite 78 wie folgt: § 56, daß die Kalkerde in jeder vegetabilischen Asche enthalten sei. § 57: „Wir müssen nach mehreren Versuchen und Beobachtungen glauben, daß sie ein zusammengesetzter (Körper) sei, und besonders in den organischen Körpern täglich erzeugt werde . . . . ." „Die höchst wahrscheinliche Produktion der Kalkerde durch organische Körper hat manche Naturforscher veranlaßt, zu glauben, daß alle Kalkerde ein Produkt der organischen Natur sei."

Das würde also besagen, daß auf einem Boden, welcher keinen oder ungenügend Kalk enthält, die Pflanze dennoch den nötigen Kalk in sich schaffen könne.

Es ist sehr bezeichnend, daß noch im Jahre 1838, obwohl bereits andere Auffassungen geltend gemacht waren, von der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen die Preisaufgabe gestellt wurde: „Ob die sogenannten unorganischen Elemente, welche in der Asche der Pflanze gefunden werden, auch dann in den Pflanzen sich finden, wenn sie denselben nicht dargeboten werden, und ob jene Elemente so wesentliche Bestandteile des vegetabilischen Organismus seien, daß dieser sie zu seiner völligen Ausbildung bedürfe?"

Die Preisaufgabe wurde durch die Herren Wiegmann und Polstorff in Braunschweig gelöst und dadurch erst 1842 bestimmt festgestellt, daß die ungenügende Düngung auch ungenügende Pflanzen giebt und daß die Pflanze das Mangelnde in sich nicht zu schaffen vermag — ein Hauptgrundsatz der heutigen Düngerlehre. So schwer ist es der Wissenschaft auch bei dieser für die Praxis so wichtigen Thatsache geworden, die entsprechende Klarheit herbeizuführen. In Wirklichkeit ist erst ein halbes Jahrhundert verstrichen, seit die Wissenschaft auch bei so grundlegenden Fragen, wie die genannte bezeichnet werden muß, richtige Auffassungen gewonnen hat.

Die Auffassungen über die Bedeutung des Kalkes als Düngemittel beziehen sich auf folgendes:

1. Der Kalk ist hauptsächlich als Pflanzennährstoff zu betrachten. de Saussure neigte bereits im Anfang des Jahrhunderts dieser Annahme zu. In bestimmtester Weise und mit scharf kritischen Bemerkungen gegen Albrecht Thaer trat Dr. Gehrke 1822 ein für den Kalk als den „souverainsten aller Pflanzennahrungsstoffe und das unfehlbarste, untrüglichste Heilmittel aller Armut des Bodens und seiner Bebauer."

2. Die nährende Wirkung des Kalkes wird ganz geleugnet. Am bestimmtesten äußerte sich nach dieser Richtung der große schwedische Chemiker Berzelius (Lehrbuch der Chemie, V. Aufl., 1844, Bd. II, S. 149): „Am häufigsten benutzt man sie (die Kalkerde) als Mörtel und zum Düngen der Äcker. Im letzteren Falle wirkt sie jedoch nicht als Nahrungsmittel für die Gewächse, sondern nur dadurch, daß sie die in der Erde enthaltenen organischen Überreste schnell zerlegt und diese dadurch für den Vegetationsprozeß tauglicher macht."

Der bekannte holländische Botaniker Hugo de Vries führt in den Landw. Jahrb. Bd. 10, 1881 in einem Artikel über die Bedeutung der Kalkablagerungen in der Pflanze folgendes aus

„Wenn man im Pflanzenkörper Kalk oder Kieselsäure in fester Form abgelagert findet, sind es Auswurfsstoffe, deren Zweck ist, diese Verbindungen, welche sich im Boden in so überwiegend großer Menge vorfinden, und von denen also leicht von den Pflanzen zu viel aufgenommen wird, als überflüssig aus dem Stoffwechsel auszuscheiden." Die Oxalsäure wird, wo vorhanden, nach de Vries gebildet, um den überflüssig aufgenommenen Kalk unschädlich zu machen.

Die Auffassung von de Vries stützt sich zum Teil auf irrtümliche Annahmen; der Boden ist in den zahlreichsten Fällen als kalkarm zu bezeichnen.

3. Sehr häufig wird angenommen, daß Kalk wohl zu den Pflanzennährstoffen gehöre, in erster Linie indessen und weit mehr zu den indirekt wirkenden Düngemitteln zu rechnen sei. Dies sei auch schon aus dem Grunde anzunehmen, wird von einigen hinzugefügt, weil es im Boden in der Regel an der zur Ernährung nötigen Kalk-

erde nicht fehle, andere Einwirkungen deshalb wichtiger seien. So spricht sich Heiden in seinem Lehrbuche der Düngerlehre (Band 2 1868, S. 455) dahin aus, daß die direkte Wirkung des Kalkes (als notwendiger Pflanzennährstoff) eine nur unbedeutende sei, da in den überwiegend meisten Fällen im Boden genug Kalk zur Deckung des Bedarfs vorhanden sei. Er geht dabei davon aus, daß ein Gehalt an Kalkerde von 10 g in 10 kg Boden als untere Grenze nur selten vorkomme, „unter die derselbe wenigstens nie sinken wird".[1]) Deshalb sei die Kalkdüngung nicht als eine direkte, sondern vor allem als eine indirekte anzusehen.

Viele namhafte Vertreter des Faches, von denen nur Stutzer erwähnt werden mag, stehen auf demselben Standpunkte. Es heißt bei demselben in „Stallmist und Kunstdünger" (1888, S. 6), daß Phosphorsäure und Stickstoff in der Regel ungenügend im Boden vertreten seien, daß es bisweilen an Kali, dagegen selten an Kalk fehle, und im „Leitfaden der Düngerlehre" (1890), daß in den meisten Bodenarten eine Düngung mit Kalk oder kalkhaltigem Mergel vorzüglich gut wirke, daß indessen für die Frage der Ernährung eine Düngung damit nur ausnahmsweise erforderlich erscheine.

Demgegenüber muß Verfasser gestehen, daß er nie einzusehen vermocht habe, woher die Begründung für die Behauptung, daß es im Boden nur ausnahmsweise an Kalkerde als Nährstoff fehle, zu nehmen sei. Die Ansicht, daß Kalkerde wesentlich als Reizmittel zu betrachten und mit Zimmt und anderen Gewürzen bei der menschlichen Ernährung zu vergleichen sei, ist ein Irrtum, der nur dahin führt, die Kalkzufuhr zu vernachlässigen.

Ein erheblicher Teil der Pflanzenentwicklung vollzieht sich im Frühjahr und Sommer häufig in wenigen Wochen. In Westfalen sagt ein altes Sprichwort: „Wenn es Brei regnet, muß man Löffel haben". Das soll heißen, daß es nicht häufig Brei regnet, daß aber, wenn dies einmal der Fall ist, jeder wissen muß, wie

---

1) Zahlreiche Bodenanalysen haben ergeben, daß diese Annahme Heidens unrichtig ist.

er davon möglichst Nutzen ziehen kann. Nur wer den Augenblick benutzt, ist der richtige Mann!

Was die Düngung betrifft, so hängt der höhere und gewinnbringende Erfolg häufig davon ab, daß dieselbe so dargeboten wird, daß die Pflanzen in kurzem Zeitraume rasch wachsen können. Nur zu häufig treten wieder andere Perioden ein, oft von erheblicher Dauer, wo das Wachstum wesentlich verlangsamt wird oder fast stillsteht.

Mit gärtnerischen Kulturen ist deshalb der Feldbau nur sehr bedingt zu vergleichen. Der Gärtner, welcher den trocknen Boden mit Wasser wieder anfeuchtet, vielleicht gleichzeitig düngt, hat ganz andere Hilfsmittel.

Kalk gehört zu den durchaus unentbehrlichen Pflanzennährstoffen, welche unter Umständen in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Wirksamkeit kommen müssen, derselbe ist ferner ein großartiges Hilfsmittel, um den Pflanzen rasch andere notwendige Nährstoffe zuzuführen, worüber später noch weiter zu sprechen ist. Die kalkhaltigen Stoffe sind aus diesem Grunde durch den verständigen, denkenden Landwirt sehr hoch zu verwerten.

Julius Sachs wies 1865 in seiner Experimental-Physiologie der Pflanzen darauf hin, daß Kalk neben Kali, Magnesia, Phosphorsäure (Schwefelsäure) unentbehrlicher Bestandteil der Nahrung jeder Pflanze ohne Ausnahme, selbst jeder einzelnen Zelle sei. In der neueren Zeit hat sich ergeben, daß zwischen den höheren, grünen und zwischen den niederen Pflanzen, denen das Blattgrün fehlt, in dieser Hinsicht Unterschiede zu verzeichnen sind, und daß bei den letzteren Kalk wahrscheinlich zum Teil fehlen kann.

Heiden fand, daß Mais- und Erbsen-Pflanzen, deren Nahrung Magnesia oder Kali oder Phosphorsäure entzogen war, mehrere Monate am Leben blieben und sich höher entwickelten als die ohne Kalk gezogenen entsprechenden Pflanzen, welche nur einen Monat am Leben und weit niedriger blieben. Der Mangel an kalkhaltigen Stoffen machte sich also am frühesten nachteilig bemerkbar. Es stimmt dies damit überein, daß im Samen Kalk am

schwächsten, Magnesia und besonders Kali und Phosphorsäure stärker vertreten sind.

Stohmann teilte 1862 in Liebigs Annalen mit, daß es bei seinen Versuchen die Maispflanze ohne Kalk nur auf 0,3 g, bei Zusatz von 0,1 g salpetersaurer Kalkerde aber auf 84,3 g Trockengewicht gebracht habe. Schon 5 Stunden nach der Zugabe dieses salpetersauren Kalkes habe eine wunderbare Veränderung in der Entwicklung frischer grüner Triebe stattgefunden.

W. Wolff erwähnte 1864 in den landwirtschaftlichen Versuchsstationen, daß die Bohne in schwefelsaurer Magnesia keine gesunde Wurzeln habe, dagegen in Gipslösung viele feine sehr lange Nebenwurzeln triebe. „Die Kalksalze scheinen einen eigentümlichen Reiz auf die Bildung des Wurzelsystems auszuüben; denn auch in Kalksalpeterlösungen entwickeln sich die Wurzeln stets kräftiger als in anderen Lösungen".

Holzner wies in der Flora 1864 und 1867 darauf hin, daß der Kalk die Aufgabe habe, der Pflanze zum Zwecke der Eiweißbildung die Phosphorsäure und Schwefelsäure aus dem Boden zuzuführen und daß die Oxalsäure vielfach den phosphorsauren und schwefelsauren Kalk in der Pflanze zerlege, damit die genannten Säuren für die Eiweißbildung verwertet werden können.

Böhm fand bei seinen Untersuchungen über die Bohne folgende wichtigen Thatsachen: (Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1875):

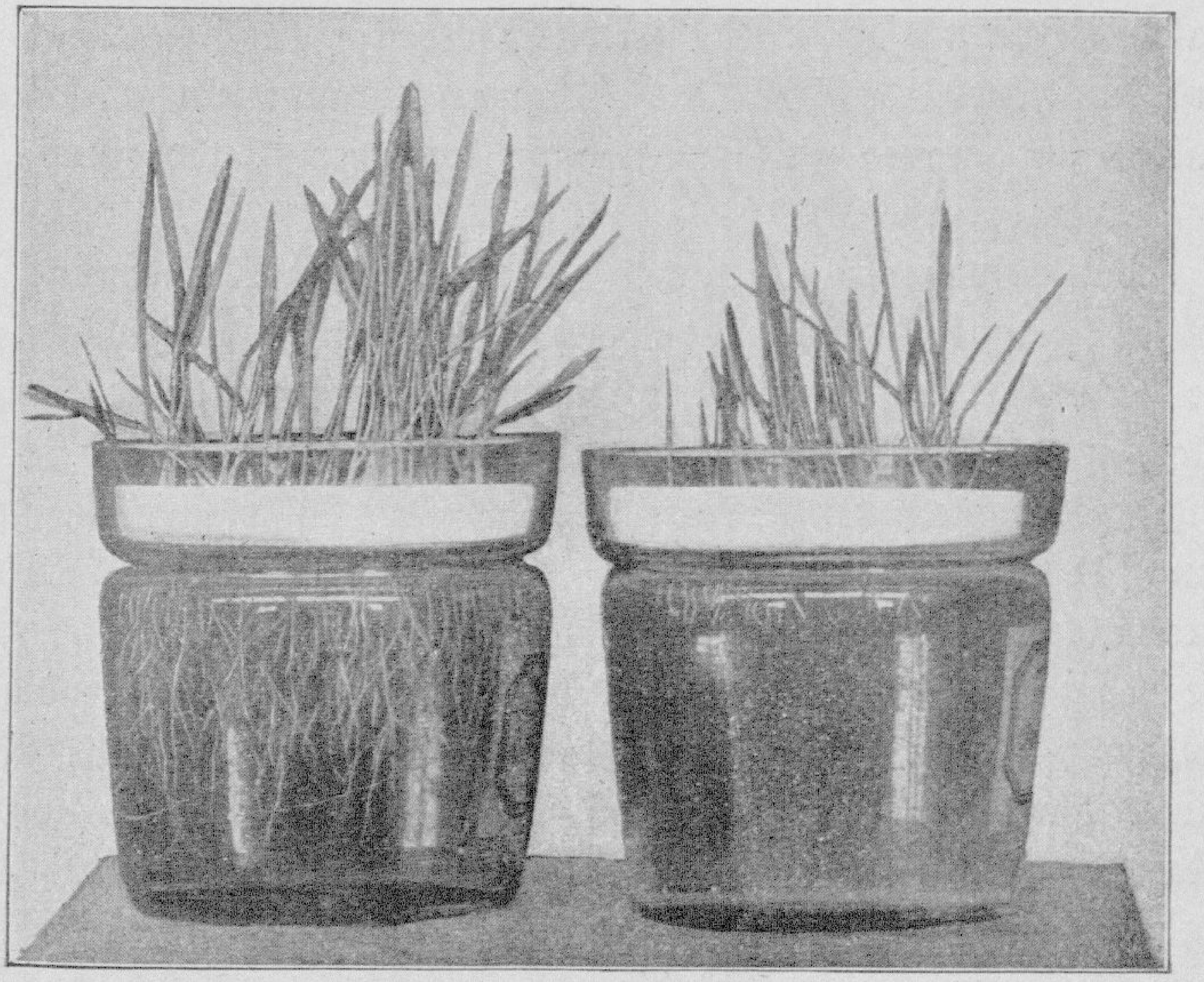
1. „Die mineralischen Nährstoffe (insbesondere Kalk) sind für die Keimpflanzen schon zur Zeit der Entwicklung ihrer Organe auf Kosten der in den Samen deponierten Reservestoffe unentbehrlich.

2. Die in den Samen von Phaseolus multiflorus enthaltenen Aschenbestandteile reichen nicht aus, um die ganze Menge der in denselben vorhandenen organischen Reservenahrung zum Aufbau von Organen der Keimpflanze verwenden zu können".

Die Keimpflanzen sind hierbei bei Mangel an Kalk zu

Grunde gegangen, durch Kalkverbindungen wesentlich gefördert worden.

Verfasser knüpft hieran die phototypische Wiedergabe eines Versuchs, welchen er fast alljährlich für die Vorlesung über Düngerlehre in der Landwirtschaftlichen Hochschule über den Unterschied der Keimung von Gerste in Gipswasser und in destilliertem Wasser zur Ausführung bringt. Die Wiedergabe zeigt den außerordentlichen Ein-



Entwicklung keimender zweizeiliger Gerste
in Gipswasser | in destilliertem Wasser
nach einem Versuche von A. Orth.

fluß des Gipswassers auf eine viel stärkere Wurzel- und Blattentwicklung gegenüber dem Wachstum in destilliertem Wasser — ein Beweis, von welcher Bedeutung diese Mineralstoffe des Bodens schon auf die erste und für die Praxis so überaus wichtige freudige Entwicklung der jungen Keimpflanze sind. Es mag das ein Hinweis darauf sein, wie wichtig für rasche Entwicklung, baldige Beschattung und für die Ausnutzung physikalisch günstiger Wachs-

tumszeiten auf sehr vielen Bodenarten die leichte Aufnehmbarkeit der Pflanzennahrung überhaupt und des Kalkes im Besonderen ist. Wie kräftig aber Kalk auch auf die Aufschließung und Lösung anderer Nährstoffe hinwirkt, wird noch weiter darzulegen sein.

Von Raumer und Kellermann bestätigten durch ihre Arbeiten über die Funktion des Kalkes im Leben der Pflanze (Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 25, 1880), daß der im Samen der Feuerbohne vorhandene Kalk nicht entfernt zum normalen Verbrauch der stickstofffreien Reservestoffe ausreiche und daß die Funktionen des für die Pflanzen absolut unentbehrlichen Kalkes im engsten Zusammenhange mit der Verarbeitung der Kohlehydrate stehen.

Von besonderem praktischen Interesse ist die Ausdehnung der von Böhm über die Feuerbohne ausgeführten Untersuchungen auf die Keimung der Samen zahlreicher landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, wie sie durch v. Liebenberg ausgeführt und in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1881, veröffentlicht ist. Dadurch sind die Böhmschen Beobachtungen, daß eine Zufuhr von Kalk bei der Keimung, wenn die Reservestoffe verbraucht werden sollen, durchaus notwendig ist, vollkommen bestätigt bei den kalkarmen Samen von Erbse, Wicke, Linse, Gartenbohne, Luzerne, Gemüsekohl, Hanf, Sonnenblume, Mais, Kürbis und Gurke. Bei der Keimung der mehr Kalk enthaltenden Samen von Raps, Senf, Mohn und Kümmel ist diese Kalkzufuhr zur vollständigen Aufsaugung der Reservestoffe des Samens nicht erforderlich. Zahlreiche durch v. Liebenberg ausgeführte Untersuchungen ergaben, daß bei der Keimung vieler Kulturpflanzen Kalkverbindungen (salpetersaurer Kalk) einen bei weitem größeren Erfolg in der Ausbildung der Stengel, Blätter und Wurzeln hatten, als phosphorsaures Kali und salpetersaures Kali, bei deren Anwendung die Keimung ungenügend erfolgte. Das sind für die Praxis sehr wichtige Beobachtungen. Bei Gegenwart aller notwendigen Nährstoffe ist die Entwickelung der Organe eine zum Teil noch vollständigere gewesen.

Bei Erbsen (Pisum sativum) hatte beispielsweise der Stengel

nach 12tägiger Dauer der Keimung folgende mittlere Längen-Entwickelung: In destilliertem Wasser 3,77 cm, in Lösung von schwefelsaurer Magnesia 3,62 cm, in salpetersaurem Kali 3,91 cm, in phosphorsaurem Kali 3,16 cm, in kalkfreier, im übrigen vollständiger Nährstofflösung 3,62 cm, dagegen in normaler kalkhaltiger Nährstofflösung 7,93 cm, und in reinem salpetersaurem Kalk 9,58 cm. Keimende Erbsenpflanzen ergaben beim Absterben oder beim Erschöpfen der Reservestoffe in den Keimblättern nach v. Liebenberg die nachstehende Stengel- und Wurzellänge:

	Stengellänge			Wurzellänge		
	größte cm	kleinste cm	Mittel cm	größte cm	kleinste cm	Mittel cm
Wasser und Lösungen in Wasser, kalkfrei:						
Destilliertes Wasser . . .	9,0	4,0	5,6	9,0	3,0	7,07
Schwefelsaure Magnesia .	4,5	2,0	3,45	3,7	2,5	2,95
Salpetersaures Kali . . .	5,5	3,0	4,07	6,0	3,0	3,64
Phosphorsaures Kali . .	6,5	3,0	4,3	6,0	4,0	5,62
Kalkfreie, sonst normale Nährstofflösung n. Knop	5,0	2,0	3,56	5,0	3,0	3,68
Kalkhaltige Lösungen:						
Salpetersaurer Kalk . . .	40,0	20,0	29,33	22,0	14,0	18,5
Vollständ. Nährstofflösung nach Knop	34,0	25,0	27,42	31,0	19,0	25,42
Wasser der Wiener Hochquellenleitung	40,0	29,0	34,87	28,0	15,0	19,12

Diese Zahlen sprechen für sich selbst. Die praktischen Folgerungen daraus sind später zu ziehen.

Wenn Schimper (Flora 1890, S. 207—261) annimmt: „Die wichtigsten Vorgänge des pflanzlichen Stoffwechsels, Synthese der Kohlenhydrate, der Eiweißkörper, Nucleine und Bildung der organischen Plasmagebilde scheinen daher ohne Anwesenheit von

Kalk stattfinden zu können, dagegen des Vorhandenseins reichlicher Mengen von Kali und Magnesia zu bedürfen", so muß er andererseits doch zugeben: „Nichtsdestoweniger ist der Kalk ein unbedingt notwendiger Bestandteil der Pflanzennahrung" ... „die Folgen der Kalkentziehung zeigen vielmehr alle Symptome einer Vergiftung". In den Zellen kalkfreier Pflanzen fände sich meist sehr viel saures Kalioxalat und die Pflanzen gingen mit braunen Flecken der Blätter zu Grunde, während, wenn die kalkfrei gezogenen Pflanzen in kalkhaltige Lösungen gesetzt würden, die Pflanzen nach 5—6 Tagen wieder regelmäßig wüchsen und das oxalsaure Kali in den Zellen durch oxalsauren Kalk ersetzt werde.

Auf diese Bindung organischer Säuren, besonders der Oxalsäure durch Kalkerde, war von Schleiden bereits vor mehreren Jahrzehnten als bedeutsam hingewiesen und diese Auffassung auch von Hugo von Mohl angenommen worden. Auch Liebig wies auf die Wichtigkeit der Bindung der Pflanzensäuren hin.

Die Bedeutung kalkhaltiger Verbindungen für die Blattgrün entwickelnden Kulturpflanzen behandelte in neuester Zeit O. Löw (Über die physiologischen Funktionen der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus. Flora 1892. S. 368—394).

Löw nimmt, wie Schimper, an, daß Oxalsäure, saures und einfach oxalsaures Kali für höhere Pflanzen Gift und daß deshalb Kalk zur Neutralisierung der Oxalsäure und Überführung in oxalsauren Kalk notwendig sei. Sauerampfer (Rumex acetosella) und Sauerklee (Oxalis acetosella) vertragen diese sauren oxalsauren Verbindungen in höherem Grade, nicht aber die meisten unserer Kulturpflanzen.[1])

1) Es sei dazu erwähnt, daß Futter, welches sehr reich an Oxalsäure, besonders an oxalsaurem Kali ist, z. B. übermäßige und einseitige Gaben von Runkelrübenblättern, auch dem tierischen Organismus und der Knochenbildung durch Kalkentziehung nachteilig werden können (Knochenbrüchigkeit). Vergl. Caspari, Über chronische Oxalsäurevergiftung. (Inaug. Diss. Leipzig 1895). Es wird dadurch in interessanter Weise erläutert, wie anhaltende Futtergaben von saurem Heu und dergl. von kalkarmem Boden den gesamten Organismus schwächen können.

Löw bestätigt auch übereinstimmend mit von Raumer und Kellermann die Beobachtung von Böhm, daß die Wanderung der Stärke in der Pflanze durch Kalkarmut gehemmt werde, daß also bei Kalkarmut die Stärkeleitung zu den Aufbewahrungsorganen der Pflanze ungenügend sei.

In Bezug auf die durch unzulängliche Ernährung mit kalkhaltigen Stoffen herbeigeführten Nachteile (Giftwirkungen) nimmt Löw folgendes an:

Die Calciumverbindungen gehören zur Grundsubstanz des Zellkerns. Bei Kalkmangel bildet sich das Blattgrün unvollkommen aus. „Die Chlorophyllkörper führenden Organe müssen auch die kalkreichsten sein; denn hier wird der Kalk nicht nur im Kern, sondern auch in den Chlorophyllkörpern fixiert.“ Und so soll sich auf diese Weise die Giftwirkung von reinen Magnesiasalzen, ohne Kalk gegeben, welche W. Wolff bereits 1864 bei Bohnen in Lösung von schwefelsaurer Magnesia beobachtet hatte, einfach dadurch erklären lassen, daß die zur Grundsubstanz der Zellkerne in den Zellen notwendige Kalkverbindung bei Düngung mit reinen Magnesiasalzen die Kalkerde des oxalsauren Kalkes an die stärkere Säure der Magnesiasalze abgiebt und damit die Giftwirkung der Oxalsäure sich bemerklich macht. So sterben sogar Algen in Lösungen von salpetersaurer Magnesia, was bei salpetersaurer Kalkerde nicht der Fall ist.

Wenn dagegen kalkhaltige Stoffe als Nahrung vorhanden sind, so treten diese ungünstigen Wirkungen der Magnesiaverbindungen in keiner Weise hervor; Magnesiasalze schaden dann nach Löw niemals, vielmehr soll phosphorsaure Magnesia leichter wanderungsfähig sein als phosphorsaure Kalkerde, auch leichter die für die Eiweißbildung wichtige Phosphorsäure abgeben und so die Zellkernbildung, also das Gesamtwachstum, beschleunigen.

Aus den zuletzt erörterten Gründen können diese Angaben auch nicht gegen die Verwendung von gebrannten dolomitischen Kalken, worin neben Magnesia reichlich Kalkerde vorhanden ist, geltend gemacht werden.

Neben seiner Bestimmung als Pflanzennahrungsstoff und als

wichtiges Hilfsmittel des Stoffwechsels der Pflanze hat der Kalk aber auch noch gewisse physikalische Aufgaben in Bezug auf die Festigung des Pflanzenkörpers und namentlich in Bezug auf seinen Schutz gegen Tierfraß zu erfüllen. Nach Stahl (Pflanzen und Schnecken, Jena 1888) sollen Membranen, welche mit Kalkverbindungen durchsetzt sind, weit weniger von Schnecken, Insekten (Raupen) zu leiden haben. Schnecken greifen Zellen mit Kalkkrystallen nicht oder nur ungern an, sogar gewisse parasitische Pilze sollen in dieselben weniger eindringen. Eine größere zusammenfassende Arbeit über alle diese Fragen ist von Kohl 1889 herausgegeben (Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze). Die entbehrliche Kieselsäure ist nach Kohl mit den unentbehrlichen Kalkverbindungen nicht zu vergleichen, der oxalsaure Kalk leistet für die Biologie der Pflanze wichtige Dienste, die Oxalsäure löst Stärke und Cellulose und der Kalk macht dieselben in der Pflanze bewegungsfähiger.

Es wird vielleicht noch einige Zeit dauern, bis diese zahlreichen wichtigen und interessanten Untersuchungen, welche den Gesetzen der Zellbildung mit Bezug auf die Bedeutung der mineralischen Stoffe für den organischen Aufbau näher zu treten versuchen, vollständig zum Abschluß gelangt sind. Entgegen der Ansicht von Berzelius wird dadurch die große Bedeutung der kalkhaltigen Stoffe als Pflanzennährstoffe in das richtige Licht gestellt. Bei völligem Mangel oder bei ungenügender Kalkzufuhr werden Pflanzengifte gebildet, welche die Entwickelung der Zellen hemmen oder die Pflanze sich nur ungenügend entwickeln lassen; die Stärkeleitung wird verlangsamt, die ganze Freudigkeit und der regelmäßige Gang der Entwickelung hört auf. Die Magnesiaverbindungen sind, wie auch die von Ulbricht von der landwirtschaftlichen Versuchsstation Dahme auf der Ausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Berlin 1894 vorgeführten Pflanzen bewiesen haben, nur als einseitige Düngemittel, wenn Kalkerde nicht entsprechend berücksichtigt wird, nachteilig, im übrigen gehören sie zu den unentbehrlichen Pflanzennährstoffen.

II. Das Gesetz der geringsten Nährstoffmenge. (Nährstoff-Minimum.)

Ehe wir in der Betrachtung des Kalks als Pflanzennährstoff weiter fortfahren können, ist es unumgänglich notwendig, ein besonderes Kapitel über die Grundlagen der Lehre von der Ernährung der Pflanzen überhaupt einzuschalten.

Die Kulturpflanzen entwickeln sich hauptsächlich aus mineralischen Nährstoffen, welche für ihren Aufbau als mehr oder weniger wesentlich angesehen werden müssen. Die wichtigsten dieser Nährstoffe sind nach den darüber angestellten Untersuchungen als durchaus unentbehrlich aufzufassen, derart, daß sie sich nicht gegenseitig vertreten können und daß, wenn es nur an einem dieser notwendigen Nährstoffe fehlt, die Pflanze sich nur unvollkommen entwickelt oder gar eingeht. Der Landwirt hat also seinen wirtschaftlichen Zielen entsprechend dafür zu sorgen, daß es an keinem der notwendigen Nährstoffe fehle und daß dieselben im besonderen auch der Pflanze in jeder einzelnen Entwicklungsperiode in hinreichendem Maße zur Verfügung stehen. Wenn es also nur an einem der notwendigen Nährstoffe mangelt, während alle übrigen zur Genüge vorhanden sind, so entscheidet der nicht hinreichend vorhandene Nährstoff über die Höhe der zu erwartenden Erträge. Liebig bezeichnete dies von ihm selbst aufgestellte Gesetz als das Gesetz des Nährstoff-Minimums.

Es mag dementsprechend von vornherein an die Gefahren und Mißerfolge einer zu einseitigen Düngung für den praktischen landwirtschaftlichen Erfolg erinnert werden. Wer hier die richtige Düngung in Anwendung bringt, wird also auch den höheren Erfolg zu erwarten haben.

1. Welches sind die notwendigen Bestandteile der Pflanzennahrung und wie werden dieselben aufgenommen?

Die Untersuchungen haben ergeben, daß auch der wichtigste landwirtschaftliche Dünger, der Stallmist, im Boden großenteils

erst in andere Verbindungen, als er sie ursprünglich enthält, umgesetzt werden muß, ehe er von den Pflanzen verwertet werden kann. Die Thätigkeit und die für diese Umsetzung günstigen Verhältnisse des Bodens sind deshalb sowohl für seine Beurteilung, wie auch für die Bestellung ganz besonders zu berücksichtigen. Bei dieser Umsetzung organischer Stoffe im Boden spielen kleinste Lebensformen aus dem Reiche der Bakterien eine besonders wichtige Rolle. Vier Säuren, Kohlensäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, und vier basische Verbindungen, Kali, Kalkerde, Magnesia, Eisenoxyd, sind in der Form der bezüglichen Salze und in Verbindung mit Wasser in den meisten Fällen im Stande, den Kulturpflanzen die durchaus notwendige Pflanzennahrung zu liefern, während Kieselsäure, Chlor, Natron diese wesentliche Bedeutung für die meisten unserer Kulturpflanzen nicht besitzen oder einer anderen Aufgabe dienen. Die aus Kohlenstoff und Sauerstoff zusammengesetzte Kohlensäure der Atmosphäre, welche zu 3–4 Teilen in 10 000 Teilen Luft vorhanden ist, wird durch die Spaltöffnungen der Blätter aufgenommen. Das durch den Regen in den Boden gelangende und aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzte Wasser dringt dagegen durch die Wurzeln ein. Die in der Pflanze vorhandenen Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie sie in bestimmten organischen Verbindungen als Zellstoff, Stärke, Zucker, Spiritus aus der Wirtschaft ausgeführt werden, stammen deshalb größtenteils aus der Luft.

Das für die Eiweißbildung und den Aufbau der Pflanzen aus Zellen so wichtige Element Stickstoff steht den Pflanzen im freien Zustande in der Luft in erheblichem Maße zur Verfügung (etwa $^4/_5$ der Luft besteht aus Stickstoff, nur $^1/_5$ aus Sauerstoff); von unseren Kulturpflanzen sind es indessen nach unserem jetzigen Wissen nur die schmetterlingsblütigen Gewächse (Leguminosen), wie die Kleepflanzen und die Hülsenfrüchte, welche diesen auf dem Düngermarkte teuersten Bestandteil der Pflanzennahrung in größerem Umfange aus dem Luftstickstoff der Atmosphäre sich anzueignen vermögen. Es gehört dies zu den wissenschaftlich inter-

essantesten und für die Praxis bedeutsamsten physiologischen Entdeckungen der neueren Zeit. Nach den zuerst von Hellriegel auf der Versammlung deutscher Naturforscher zu Berlin 1886 gemachten Mitteilungen und nach Franks bedeutsamen Entdeckungen über Symbiose sind hierbei kleinste Lebensformen aus dem Reiche der Bakterien mitwirkend.

Für diejenigen unserer Kulturpflanzen, welche nicht zur Familie der Leguminosen gehören, sind dagegen im wesentlichen nur Stickstoffverbindungen, die ihnen im Boden zur Verfügung stehen, zu erfolgreicher Entwicklung von besonderer Bedeutung.

Man kann unter den bezüglichen Bestandteilen des Bodens unterscheiden:

a) den organischen Stickstoff, wie er in Form von Blattabfällen, von Stoppel- und Wurzelresten in den Boden gelangt, wie er ferner in Gestalt von Stallmist, Gründünger, Blut- und Fleischmehl u. dgl. gegeben werden kann;

b) den ammoniakalischen Stickstoff, wie er sich in Gestalt von flüchtigem und an die Luft leicht verloren gehendem kohlensauren Ammoniak aus dem Stallmist entwickelt, und auch direkt in der Form des nicht flüchtigen schwefelsauren Ammoniaks als Dünger in den Boden gebracht wird;

c) den Salpeter-Stickstoff, wie er unter dem Einflusse von Bakterien aus den übrigen Stickstoffformen des Bodens (sowohl aus dem organischen, wie auch aus dem Ammoniak-Stickstoff) entsteht und unter dem Einflusse anderer Bakterien zu direkten Verlusten führen kann, indem er in freien Stickstoff übergeht und sich in die Atmosphäre verflüchtigt.

Der Salpeter-Stickstoff ist nicht nur die im Boden beweglichste Form aller Stickstoffverbindungen, da er vom Boden nicht absorbiert und deshalb in demselben durch den Regen leicht verbreitet wird, sondern er führt auch die Stickstoffnahrung den Pflanzen am rascheften zu. Es sind deshalb sowohl die physikalischen Verhältnisse des Bodens, wie sie durch Drainage (falls erforderlich), durch eine wirklich gute Bestellung, durch Hackkultur u. s. w. herbeigeführt werden, als auch alle die chemischen Verbindungen —

kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia —, welche die Umbildung anderer stickstoffhaltiger Stoffe zu Salpetersäure begünstigen (Nitrifikationsprozeß), für die Stickstoffernährung der meisten unserer Kulturpflanzen von besonderer Wichtigkeit.

Der Ammoniak-Stickstoff, welcher ebenfalls von den Pflanzen direkt aufgenommen wird, wird vom Boden absorbiert und hat deshalb in demselben eine weit geringere Beweglichkeit, während der organische Stickstoff, wie bei Torfböden, zur Aufspeicherung dienen kann. Durch die erwähnten Umsetzungen zu salpetersauren Verbindungen — wenn kohlensaurer Kalk gegenwärtig ist, zu salpetersaurem Kalk — werden diese Stickstoffverbindungen den Pflanzen zugänglicher gemacht. Durch die Entwässerung nassen Bodens und die sich anschließende Sauerstoffaufnahme (Oxydation) infolge tüchtiger Bestellungsarbeiten und durch die Zufuhr von kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden (Holzasche, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia) kann diese Stickstoffaufnahme für die Bildung der wichtigsten plastischen, der Baustoffe der Pflanzen (Plasma, Eiweiß), praktisch wesentlich befördert werden.

Umgekehrt werden durch stauende Nässe, mangelhafte Bestellung und Durchlüftung die Verhältnisse im Boden günstiger für Sauerstoffabgabe (Reduktion) und Zersetzung des Nitrat-Stickstoffs des Salpeters in freien Stickstoff und damit für Verluste der wichtigen Salpeterverbindungen des Bodens. Nach Untersuchungen von Wagner und Stutzer können diese Stickstoffverluste durch Mitwirkung von sogenannten Fäkalbakterien, welche mit dem Kot in den Dünger übergehen, erheblich gesteigert werden.

Es kommen also ziemlich verwickelte naturgesetzliche Verhältnisse in Betracht, welche erst durch die neueren Untersuchungen festgestellt worden sind. An praktischen Schlußfolgerungen ist aus diesen neueren Untersuchungen über die Fäkalbakterien zur Zeit noch nichts zu entnehmen; um so mehr wird man sich also hüten müssen, die alten Erfahrungsthatsachen zu vernachlässigen.

Es mag hier nur noch darauf hingewiesen werden, daß sich die Bakterien bei Gegenwart von organischen Stoffen im Boden besonders stark vermehren können und daß die Düngung

mit organischen Stoffen in Form von Stallmist und Gründünger hierauf Einfluß haben muß. Gemäß dem Vorhandensein kleinster Lebensformen ist also ein thätiger Boden in Wahrheit als ein lebendiger, ein unthätiger als ein toter Boden zu bezeichnen, wobei andere Einflüsse allerdings auch noch mit in Betracht kommen[1]).

Die übrigen vorher angegebenen mineralischen Pflanzennährstoffe, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd, welche die physiologische Forschung als unentbehrlich für unsere Kulturpflanzen festgestellt hat, können der Pflanze nur aus dem Boden geliefert werden. Sie treten nach den Gesetzen des Austausches von Flüssigkeiten durch Membranen in die Wurzeln ein und werden so den Verbrauchsstellen in den Pflanzen zugeführt. Infolge des sauren, lösenden Wurzelsaftes, sowie infolge der Bildung von Kohlensäure durch die Zersetzung der organischen Stoffe wirken die Wurzeln direkt lösend auf Bodenbestandteile, namentlich Kalk, ein. Je reicher eine Pflanze im Boden ihr Wurzelsystem ausbildet, um so größer muß ihr aufschließender Einfluß auf die Bodenbestandteile sein. Die reich bewurzelten und tief eindringenden Leguminosen haben einen weit größeren Boden=

---

1) Von **Stutzer** und **Burri** waren auf der Kölner Ausstellung 1895 folgende Bakterien bildlich dargestellt:

a) Bacillus ureae I (**Burri**), ammoniakbildender Bacillus, setzt Harnstoff in kohlensaures Ammoniak um;
b) Nitrosomonas (**Winogradsky**), nitritbildender Bacillus (aus Erde), setzt Ammoniak in salpetrige Säure um;
c) Nitrobacter (**Winogradsky**), nitratbildender Bacillus (aus Erde), oxydiert salpetrige Säure in Salpetersäure;
d) Bacterium coli commune (**Escherich**), gemeiner Darmbacillus, spaltet in Verbindung mit e) (nicht allein!) aus salpetersauren Verbindungen gasförmigen Stickstoff ab;
e) Bacterium denitrificans I (**Stutzer** und **Burri**), nitratzerstörender Bacillus (aus Pferdeexkrementen gezüchtet), spaltet in Verbindung mit d) aus Salpeter freien Stickstoff ab;
f) Bacterium denitrificans II (**Stutzer** und **Burri**), zweiter nitratzerstörender Bacillus, sehr verbreitet. Vermag den Salpeter allein zu zerstören und zu freiem Stickstoff umzusetzen.

raum zur Verfügung und holen sich auch Wasser aus größerer Tiefe als die Flachwurzler.

Die Säuren mit den Basen zu Salzen vereinigt, also die kohlensauren, salpetersauren, schwefelsauren und phosphorsauren Kali-, Kalkerde-, Magnesia- und Eisenoxyd- bezw. Eisenoxydul-Salze sind nebst Wasser die wichtigsten Nährstoffe der Pflanze. Kalium wird außerdem als kieselsaure und als Chlor-Verbindung in die Pflanze eintreten können, wenn nicht unter der Einwirkung des Bodens Chlor bereits abgetrennt und mit Calcium außerhalb der Pflanze zu Calciumchlorid zusammengetreten ist, welches in Wasser gelöst leicht dem Untergrunde zugeführt werden kann. Es wird später auf diese Sache noch zurückgegriffen werden müssen. Von Wichtigkeit ist, wie weit diese mineralischen Nährstoffe vom Boden hinreichend geliefert, wie weit durch die Düngung dafür gesorgt werden muß, um dem Gesetze des Nährstoff-Minimums entsprechend und mit Bezug auf die Summe der Nährstoffe die Pflanzenentwickelung hinreichend sicher zu stellen, wie weit endlich auf die Aufschließung im Boden und die Verfügbarkeit zur richtigen Zeit Bedacht genommen werden muß.

Zunächst wird aber gefragt werden müssen, in welchem Verhältnisse sind die Aschenbestandteile neben Stickstoff in den Kulturpflanzen und Ernten vertreten?

2. Übersichtliche Darstellung des Gehalts an Stickstoff und an Aschenbestandteilen in den Ernten einiger Kulturpflanzen.

Liebig teilte die Kulturpflanzen nach ihren Aschenbestandteilen in drei Abteilungen:

1. Kieselpflanzen, deren Gesamtasche wesentlich aus Kieselsäure besteht. Es gehören dazu die Getreidehalmfrüchte und die Gräser.

2. Kalkpflanzen, deren Aschenbestandteile wesentlich aus Kalk- und Magnesia-Verbindungen zusammengesetzt sind. Dazu wurden gerechnet die Kleepflanzen, Hülsenfrüchte und der Tabak.

3. Kalipflanzen, deren Aschenbestandteile wesentlich aus

Kali- und Natron-Verbindungen bestehen. Es sind dies hauptsächlich die Wurzel- und Knollengewächse mit ihrer starken unterirdischen Entwickelung, also Kartoffeln, Runkelrüben, Kohlrüben, Möhren, Wasserrüben.

Wenn diese Einteilung auch keine scharfe ist, so wird durch sie doch der große Unterschied in der Menge der Aschenbestandteile gut bezeichnet.

Im einzelnen stellt sich dies folgendermaßen genauer dar:

In einer Ernte Winterrogen von 2000 kg Korn und 4000 kg Stroh auf 1 ha ist enthalten:

in 2000 kg	Roggenkorn	35,2 kg	Stickstoff	und 35,8 kg	Aschenbestandteile
„ 4000 „	Roggenstroh	16,0 „	„	„ 152,8 „	„
	zusammen	51,2 kg	Stickstoff	188,6 kg	Aschenbestandteile

Nach den von E. Wolff zusammengestellten Tabellen bestehen die 35,8 kg Aschenbestandteile im Korn wesentlich aus Phosphorsäure (17,0 kg) und Kali (11,6 kg), betragen also soviel wie etwa in 100 kg Superphosphat und 100 kg Kainit vorhanden sind, während nur 4 kg Magnesia und 1 kg Kalkerde vorkommen. Der Rest von 2,2 kg entfällt auf geringe Mengen von Natron, Eisen, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor.

Die 152,8 kg Aschenbestandteile in den 4000 kg Stroh der Roggenernte bestehen wesentlich aus Kieselsäure (75,2 kg), während daneben noch 34,4 kg Kali und 10 kg Phosphorsäure, 4,8 kg Magnesia und 12,4 kg Kalkerde vorhanden sind. Auch hier tritt also das Kali der Kalkerde und Magnesia gegenüber sehr hervor, während die Phosphorsäure in der Reife der Roggenpflanze meist nach dem Korn hin gewandert ist, um daselbst mit reichlichem Kali der im Samen vorhandenen Keimgrundlage möglichst nahe zu sein.

Kieselsäure wird von den Halmfrüchten und Gräsern zwar in erheblichem Maße aufgenommen, hat aber, auch mit Bezug auf das Lagern des Getreides, nur eine mehr nebensächliche Bedeutung. Die Kalkerde ist im Stengel und Blatt des Strohs weit mehr angehäuft als im Samen, welcher in der Regel kalkarm ist, aber etwas mehr Magnesia enthält. Der

Rest der Aschenbestandteile des Strohs, in welchen also Kieselsäure überwiegt, besteht aus Natron, Eisen, Schwefelsäure, Chlor.

In der Gesamternte von 2000 kg Roggenkorn und 4000 kg Roggenstroh vom Hektar ist also enthalten:

27 kg Phosphorsäure (fast $^2/_3$ im Korn, etwas über $^1/_3$ im Stroh)
46 „ Kali (etwa $^1/_4$ im Korn, etwa $^3/_4$ im Stroh)
13,4 „ Kalkerde (CaO) (nur $^1/_{13}$ im Korn, der Rest im Stroh)
8,8 „ Magnesia (fast $^1/_2$ im Korn, etwas über $^1/_2$ im Stroh)
51,2 „ Stickstoff (über $^2/_3$ im Korn, nicht ganz $^1/_3$ im Stroh)

Vergleicht man mit den Bestandteilen einer Roggenernte diejenigen einer gleich hohen Erbsenernte vom Hektar, so ergiebt sich folgendes:

in 2000 kg	Erbsenkorn	71,6 kg Stickstoff,	46,8 kg	Aschenbestandteile
„ 4000 „	Erbsenstroh	41,6 „ „	172,4 „	„
zusammen also		113,2 kg Stickstoff,	219,2 kg	Aschenbestandteile vom Hektar.

In der Asche der Erbsenpflanze ist enthalten:

	Phosphorsäure kg	Kali kg	Kalkerde kg	Magnesia kg
in 2000 kg Erbsen-Korn . .	16,8	20,2	2,2	3,8
„ 4000 „ „ Stroh .	14,0	39,6	**63,6**	**14,0**
in 6000 kg Erbsen {Korn Stroh}	30,8	59,8	**65,8**	**17,8**

Werden die 2000 kg Erbsen aus der Wirtschaft verkauft, so werden damit ausgeführt an Phosphorsäure der Gehalt von etwa 100 kg Thomasschlackenmehl und an Kali von 160 kg Kainit, dagegen wird, wie bei der Ausfuhr von 2000 kg Roggenkorn, von Kalkerde und Magnesia außerordentlich wenig aus der Wirtschaft verkauft. Im Erbsenstroh verbleiben ihr noch große Mengen Phosphorsäure und $^2/_3$ des Gesamt-Kalis, die Kalkerde sogar fast gänzlich und Magnesia zu fast $^3/_4$. Das Vorkommen der Kalkerde beschränkt sich also wiederum wie bei Roggen wesentlich auf Blatt und Stengel.

Die Erbse zeigt also dem Roggen gegenüber große Unterschiede, wobei insbesondere der doppelte Stickstoff- und der Mehrgehalt an

Kali und namentlich der sehr hohe Kalkgehalt erwähnt werden müssen, weshalb sie als Vertreterin der Kalkpflanzen gelten kann.

Vergleicht man damit zwei andere Kalkpflanzen, Rotklee und Luzerne, so ergeben sich folgende Zahlen für die Ernte von 1 ha.

In einer guten Rotklee-Ernte (2 Schnitte) von 6000 kg Heu vom Hektar und in einer guten Luzerneheu-Ernte (mehrere Schnitte) von 8000 kg sind enthalten:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	**Kalkerde**	**Magnesia**
	kg	kg	kg	kg	kg
6000 kg Kleeheu . . .	118,2	33,6	111,6	**120,6**	**37,8**
8000 „ Luzerneheu . .	184,0	42,4	116,8	**201,6**	**24,8**

Bei einem sehr hohen Gehalte an Kalk und Magnesia tritt hier also ein sehr hoher Gehalt an Kali und Stickstoff neben ziemlich viel Phosphorsäure hervor: ein Beweis einerseits dafür, wie anspruchsvoll diese sogenannten bereichernden Pflanzen an Boden und Dünger sind, wie sie aber auch andererseits für Fütterung und Düngung große Mengen Stickstoff (Eiweiß) und Mineralstoffe zur Verfügung stellen. Dabei machen sie indessen wenig Ansprüche an die stickstoffhaltige Düngung, indem sie, unter der Bedingung, daß es an den nötigen Aschenbestandteilen nicht fehlt, im wesentlichen den atmosphärischen Stickstoff in Anspruch nehmen und damit für die Verbilligung des Stickstoff-Futters und -Düngers außerordentlich wirksam sind. Eine derartige billige Selbsterzeugung des wertvollsten stickstoffreichen Futters und des entsprechenden stickstoffreichen Düngers ist also nur möglich, wenn es den Pflanzen an den nötigen Mengen Kalk, Kali und Phosphorsäure nicht fehlt. Die Ausgaben für den nötigen Mineraldünger ermöglichen die Aufschließung der billigsten Stickstoffquellen für die Wirtschaft, ganz gleich, ob Futter- oder Gründüngungspflanzen in Betracht kommen.

Von den Kalipflanzen sei die Runkelrübe (Zuckerrübe) hinsichtlich ihrer wichtigsten Bestandteile für die Düngung aufgeführt. Die

Wolffschen Zahlen über ihre Zusammensetzung ergeben bei der Annahme von 35 000 kg Zuckerrüben und 6000 kg Blätter auf 1 ha folgendes Bild:

	Stickstoff kg	Asche kg
35 000 kg Zuckerrüben enthalten	56,0	248,5
6 000 „ Zuckerrübenblätter enthalten	18,0	91,8
zusammen Rüben und Blätter . .	74,0	340,3

	Phosphorsäure kg	Kali kg	Kalkerde kg	Magnesia kg
in 248,5 kg Asche der Rüben . .	31,5	133,0	14,0	21,0
„ 91,8 „ „ „ Blätter . .	4,2	24,0	18,6	10,2
in der Gesamternte Rüben und Blätter	35,7	157,0	32,6	31,2

Demnach ist bei dieser gehaltreichen und anspruchsvollen Pflanze der größte Teil von Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Magnesia bei der Wurzelbildung in die Rübe gewandert, während von der Kalkerde die Blätter die größte Menge enthalten.

Überall bei den angeführten Kulturpflanzen — und andere verhalten sich ähnlich — ist hier also die Kalkerde namentlich in den der Atmung und Neubildung dienenden oberirdischen Teilen (Blätter) enthalten. Es ist von besonderer Wichtigkeit, daß bei den Kalkpflanzen der Kalkerde — anders wie bei den Kieselpflanzen der Kieselerde, welche eine weniger wichtige Bedeutung hat — für den Organismus und für die Erträge eine wesentliche Bedeutung zukommt. Werden die Zuckerrüben aus der Wirtschaft ausgeführt, so geht damit der Stickstoff von etwa 360 kg Chilisalpeter, die Phosphorsäure von über 150 kg Superphosphat, das Kali von über 1000 kg Kainit, dagegen wenig Kalkerde und etwas mehr Magnesia verloren. Wir haben aber in den vorhergehenden Erörterungen gesehen, wie die Kalkerde zu den unentbehrlichsten Pflanzenbestandteilen gehört, deren Mangel die Pflanzenentwickelung und die Höhe der Erträge aufs ungünstigste beeinflußt.

Wenn in der Ersatztheorie die Regel aufgestellt wird, daß alles, was aus dem Boden bezw. aus der Wirtschaft ausgeführt

worden ist, durch die Düngung wieder ersetzt werden muß, so bezieht sich dies bei Körnern, Roggen und Erbsen, und bei Zuckerrüben wohl auf große Mengen von Phosphorsäure und Kali, dagegen nur auf geringe Mengen von Kalkerde; nach dieser Regel wird es verständlich, wie die Kalkzufuhr ganz naturgemäß weniger Beachtung finden oder vernachlässigt werden konnte.

Dies ist denn auch in Wirklichkeit lange Zeit der Fall gewesen und kommt noch immer sehr häufig vor. Die sogenannte Ersatztheorie — den aus der Wirtschaft ausgeführten Erzeugnissen entsprechend Ersatz zu leisten — hat dahin geführt, diesen Ersatz auf die Kalkverbindungen des Bodens, welche durch Auslaugung so leicht verloren gehen und häufig von vornherein ungenügend vertreten sind, nicht entsprechend auszudehnen. Nach dem Gesetze der geringsten Nährstoffmenge muß aber bei der Düngung allen notwendigen Pflanzennährstoffen Rechnung getragen werden, welche ungenügend vertreten sind.

III. Die wichtigsten kalkhaltigen Verbindungen.

Von den wichtigsten kalkhaltigen Verbindungen sind besonders hervorzuheben:

1. Kieselsaure Kalkerde. Sie kommt vor in Form der kalkhaltigen Feldspate, ferner von Augit und Hornblende. Gesteine der Grünsteingruppe, Basalt und viele Laven, ergeben bei der Verwitterung langsam und allmählich kohlensaure Kalkerde und zeolithische Verbindungen. Unlöslich in Wasser. Zeolithe am leichtesten aufschließbar.

2. Kohlensaure Kalkerde, im Kalkspat, Kalkstein und Mergel. Unlöslich in Wasser. Wird durch überschüssige Kohlensäure in Wasser löslich (1 Teil in 1200 Teilen Wasser), und dadurch ausgelaugt und über die Erde verbreitet. Der lösliche, sogenannte doppeltkohlensaure Kalk kann an der Luft die überschüssige Kohlensäure leicht wieder abgeben, wobei sich einfach

kohlensaurer Kalk unlöslich wieder ausscheidet. Das organische, namentlich das tierische Leben hat auf diese Ausscheidung und Ablagerung viel Einfluß. (Zoogene Bildung vieler Kalksteine.)

In der Glühhitze giebt der kohlensaure Kalk die sämtliche Kohlensäure ab und es entsteht Ätzkalk oder Calciumoxyd. Reiner Ätzkalk nimmt an der Luft allmählich, mit Wasser besprengt rasch, 32 % Wasser auf und zerfällt dadurch in ein feines, trocken erscheinendes Pulver (Calciumoxydhydrat), welches durch Aufnahme von Kohlensäure wieder in sehr fein verteilten kohlensauren Kalk übergeht. Durch Aufnahme von mehr Wasser wird der Ätzkalk schmierig und läßt sich dann schlecht verteilen.

Ein Teil Ätzkalk ist in 700 Teilen Wasser löslich.

3. Schwefelsaure Kalkerde, wasserhaltig (Gips). Entsteht, wenn Schwefelsäure oder weniger stark gebundene schwefelsaure Verbindungen (Eisenvitriol) mit Ätzkalk oder kohlensaurem Kalk in Berührung kommen; ist in etwa 400 Teilen Wasser löslich, wird dadurch ausgelaugt und geht wie doppeltkohlensaure Kalkerde in das Wasser über. Das Wasser wird dadurch ein hartes Wasser.

Beim Erhitzen des Gipses bei einer Temperatur von 120 bis 130° C. verliert derselbe das darin enthaltene Krystallwasser, vermag es nachfolgend aber chemisch wieder zu binden und dadurch wieder in Gips überzugehen. Bei höherer Temperatur erhitzt, wird er „tot gebrannt" und nimmt das Wasser nicht mehr auf, wird unlöslich in Wasser. In der Natur kommt er in dieser Form unter dem Namen Anhydrit vor, welcher für die Düngung des Bodens wertlos ist.

4. Phosphorsaure Kalkerde. Es giebt mehrere Sättigungsstufen der Phosphorsäure mit Kalkerde:

a) Dreifach phosphorsaure Kalkerde in Apatit, Phosphorit und in den Knochen. Ist in Wasser unlöslich.

b) Zweifach phosphorsaure Kalkerde. Ist in Wasser ebenfalls unlöslich, jedoch löslich in schwachen Säuren.

c) Einfach phosphorsaure Kalkerde (Superphosphat). Ist in Wasser löslich, geht aber durch Zusammenkommen mit

kohlensaurer Kalkerde und Eisenoxydhydrat leicht wieder in die Form der unlöslichen phosphorsauren Kalkerde (unter a und b) über. Entsteht durch Behandeln von dreifach phosphorsaurer Kalkerde (Phosphoritmehl, Knochenmehl) mit Schwefelsäure.

Beim Thomasprozeß der Eisenhütten entsteht eine dadurch erst bekannt gewordene vierfach phosphorsaure Kalkerde, welche in die betreffende Schlacke übergeht.

5. Salpetersaure Kalkerde. In Wasser leicht löslich und wird mit demselben verbreitet; entsteht durch den Nitrifikations-Prozeß von stickstoffhaltigen organischen und ammoniakalischen Stoffen, besonders in kalkhaltiger Erde; wird vom Boden nicht absorbirt.

6. Calciumchlorid. Entsteht beim Einbringen von Chlorkalium in kalkhaltigen Boden. In Wasser leicht löslich, kann es leicht ausgelaugt werden.

7. Calciumfluorid. In Wasser unlöslich; Bestandteil des Zahnschmelzes.

8. Humussaure Kalkerde. In Wasser nicht löslich; zersetzt sich an der Luft leichter als die Humussäure allein; entsteht, wenn „saurer" Humus mit Ätzkalk oder kohlensaurer Kalkerde zusammenkommt; ist in vielen Mooren vorhanden.

Von den magnesiahaltigen Verbindungen, welche manches Ähnliche haben wie die kalkhaltigen, ist zu erwähnen, daß sie in der Natur mit den letzteren vielfach zusammen auftreten. So kommt die kieselsaure Magnesia im Augit und in der Hornblende und in den diese Mineralien führenden Gesteinen mit kieselsaurer Kalkerde zusammen vor und ist außerdem in anderen Mineralien, wie z. B. im Magnesiaglimmer vorhanden. Die kieselsaure Magnesia ist in Wasser unlöslich und geht durch Verwitterung in kohlensaure Magnesia über. In gewissen Verbindungen und Gesteinen, wie im Talk und Serpentin, ist die kieselsaure Magnesia sehr schwer verwitterbar.

Kohlensaure Magnesia in Doppelverbindung mit kohlensaurer Kalkerde bildet den Dolomit oder dolomitischen Kalk; im

gebrannten Zustande geht daraus Ätzdolomit oder gebrannter dolomitischer Kalk hervor, welcher an der Luft unter Wasseraufnahme zu feinem Pulver, indes langsamer als Ätzkalk, zerfällt und nachfolgend die Kohlensäure wieder aufnimmt. Kohlensaure Magnesia wird wie kohlensaure Kalkerde in überschüssiger Kohlensäure wasserlöslich. Praktisch beachtenswert ist, daß Dolomit und dolomitische Verbindungen mit Salzsäure in der Kälte nur sehr geringes Aufbrausen zeigen, so daß dasselbe leicht übersehen werden kann. In der Wärme wird dagegen die Kohlensäure lebhaft ausgetrieben.

Unter den übrigen Magnesiumverbindungen mögen besonders noch die schwefelsaure Magnesia (als Bittersalz in Wasser leicht löslich, als Kieserit weniger) und das sehr leicht lösliche Magnesiumchlorid genannt werden.

IV. Der Kalkgehalt des Grund und Bodens.

Der Kalkgehalt der Bodengrundlagen ist von folgenden Umständen abhängig:

1. In welcher Menge und in welcher Verbindung waren kalkhaltige Verbindungen ursprünglich bei der geologischen Bildung der Ursprungsgesteine und Bodengrundlagen vorhanden?

2. Welche naturgesetzlichen Prozesse sind nachfolgend oberflächlich auf die Vermehrung oder Verminderung der kalkhaltigen Stoffe von Einfluß gewesen? In welcher Weise hat namentlich die Verwitterung und die Auslaugung unter Mitwirkung der atmosphärischen Kohlensäure auf die Verminderung der kalkhaltigen Stoffe im oberen Boden hingewirkt.

3. Wie lange Zeiträume hindurch und in welchem Klima — trocken oder feucht und regnerisch — haben die naturgesetzlichen Prozesse diese Umänderungen auszuüben vermocht?

4. In welcher Weise hat die Vegetation, beim Kulturboden der Ackerbau durch Ausfuhr der Ernteerzeugnisse, auf Vermehrung oder Verminderung Einfluß gehabt?

Zur Erläuterung dieser Verhältnisse mögen

5. Zehn Beispiele deutscher Bodengrundlagen dienen.

1. Der Kalkgehalt des Bodens in Beziehung zum Ursprungsgestein und zu den Bodengrundlagen.

Es bedarf keiner Erläuterung, daß der Ausgangspunkt für die Zusammensetzung des Bodens in der ursprünglichen Beschaffenheit der Bodengrundlagen zu suchen ist. So naturgemäß dies zu sein scheint, so sehr muß darauf hingewiesen werden, daß dieser Gesichtspunkt bisher in der Regel und lange Zeit hindurch vernachlässigt worden ist, indem die geologischen Karten den oberen Boden nicht berücksichtigten, die praktischen Agronomen dagegen wiederum nur von der oberen Krume ausgingen und die Beziehungen zu der natürlichen Grundlage derselben als weniger wichtig ansahen. Und doch gehen die Wurzeln zum Teil so tief in den Untergrund hinein, daß man dadurch von vornherein auf diesen naturgesetzlichen Zusammenhang bestimmt hingewiesen wird. Es ist zweifellos, daß aus dieser Vernachlässigung des sogenannten „Bodenprofils“ — der Darstellung des oberen Bodens auf seiner naturgesetzlichen geologischen Grundlage —, welche man sowohl der Wissenschaft wie der Praxis des landwirtschaftlichen Gewerbes vielfach zum Vorwurfe machen muß, der Landeskultur sehr viel Schaden erwachsen ist, und daß dadurch bei Kauf und Verkauf, im Kreditwesen u. s. w. große Nachteile entstanden sind und noch immer verursacht werden. Es ist jedoch als erfreulich zu bezeichnen, daß sich allmählich in dieser Hinsicht ein gewisser Wandel vollzieht.

Von den Bodengrundlagen sind die krystallinischen Schiefer, wie Gneiß, Glimmerschiefer, Phyllit, und ferner die Granite, die Thonschiefer und Grauwackenschiefer des sogenannten Übergangsgebirges, die Sandsteine und Sande in großem Umfange kalkarm, und die geologischen Karten, welche diese Formationen anzeigen, geben bereits einen gewissen Hinweis auf den zu erwartenden Kalkgehalt in ganzen Gruppen von Bodenbildungen an, einen Hinweis, welcher im einzelnen nur weiter verfolgt zu werden braucht. Wenn deshalb in einem nordischen Granit 0,14 % Kalkerde (neben 6,28 % Gesamtkali), in einem schwedischen Gneiß 0,19 % Kalkerde (neben 14,46 % Kali), in einem

Glimmerschiefer des Königreichs Sachsen 0,32 % Kalkerde (neben 2,99 % Kali), in einem devonischen Thonschiefer Westfalens 0,1 % Kalkerde (bei 2,27 % Kali und 9,89 % Eisenoxyd und Eisenoxydul), in einem Kohlenschiefer von Saarbrücken 0,09 % Kalkerde (bei 3,16 % Kali), in einem Buntsandstein Hessens 0,5 % Kalkerde gefunden werden, so mögen diese Zahlen schon auf den allgemeinen Charakter hinweisen, wobei im einzelnen gewisse Schwankungen vorkommen.

In der norddeutschen Ebene sind in den geschiebeführenden Diluvialmergeln die kalkhaltigen Untergrundsbildungen (Grundmoränen ehemaliger Gletscher, welche vom baltischen Norden ausgingen), sehr verbreitet, da große Massen baltischer Kreidekalke, Jurakalke und älterer Kalke in der Eiszeit zerstört worden und in das Diluvium übergegangen sind.

Sogar in der ursprünglichen Zusammensetzung der Diluvialsande macht sich ein gewisser Kalkgehalt, in den feineren Mergelsanden und in den gröberen Diluvialgranden nicht selten ein größerer Kalkgehalt bemerklich, während derselbe in den quarzreichen weißen Sanden der darunter befindlichen Tertiärformation in der Regel fehlt.

Im äußersten Süden des Deutschen Reichs sind die kalkhaltigen Grundmoränen (Moränenmergel) ehemaliger von den Alpen ausgehender Gletscher ebenfalls vorhanden, begleitet indessen weniger von quarzreichen Sanden, als von dem kalkreichen Geröll der aus der Zerstörung der Kalkalpen hervorgegangenen Diluvial-Schottermassen, welche aus der Schweiz und Tyrol weit nördlich nach Deutschland hin verbreitet sind.

Die geologischen Karten geben viele Hinweise auf das Vorkommen von Kalksteinen und Mergeln, welche für die Verbesserung des Bodens im einzelnen unschätzbar sein können.

Jeder Landwirt hat deshalb alle Ursache, sich diese Hilfsmittel möglichst nutzbar zu machen. Kommt man in Gegenden, welche man noch nicht kennt, so empfiehlt es sich, die besten geologischen Karten zu kaufen, welche von denselben vorhanden sind, oder vorher Agrikulturgeologen um Auskunft in Anspruch zu nehmen. Wer solche

Karten eingehend, im Anschlusse an die Beobachtung des Bodens und Untergrundes selbst, studiert, wird dadurch bald eine sehr wertvolle Übersicht über die Bodengrundlagen und die Möglichkeit, der Kalkarmut durch Zufuhr von Kalk und Mergel praktisch abzuhelfen, gewinnen.

2. Der Kalkgehalt des Bodens mit Bezug auf Verwitterung und Auslaugung. („Das Gesetz des Kalkes und Eisens").

Die kieselsaure Kalkerde, wie sie in den Gesteinen mit kalkhaltigen Feldspaten, mit Augit und Hornblende auftritt, hat durch allmähliche Verwitterung, Auflösung und Ausscheidung in sehr langer Zeitperiode zur Bildung und Anhäufung von kohlensaurer Kalkerde auf der Erde Veranlassung gegeben. Diese Umsetzungs-Prozesse gehen auch in den betreffenden Kulturböden noch langsam weiter. In noch höherem Grade macht sich die Verwitterung bei den bezüglichen kohlensauren Verbindungen überall da, wo sie vorhanden sind, bemerkbar, weil dieselben unter der Einwirkung überschüssiger Kohlensäure rascher ausgelaugt werden und verloren gehen können.

Wo kohlensaurer Kalk vorhanden ist, wird derselbe durch die vorhandene, aus der Zersetzung von Humus gebildete oder durch den Regen zugeführte Kohlensäure so weitgehend in Anspruch genommen, daß dadurch auch die vorher genannten Verwitterungserscheinungen der kieselsauren Kalkerde und der kieselsauren Alkalien beschränkt werden. Hierbei wird der in einer geologischen Ablagerung fein verteilte kohlensaure Kalk leichter in Anspruch genommen, als der in gröberen Stücken vorhandene, und es kann vorkommen, daß er sich in letzteren durch Aufgießen von Säuren noch bemerklich macht, während der fein verteilte verloren gegangen ist.

Ist der kohlensaure Kalk fort oder fehlte er überhaupt, so kann die durch Auflösung des kohlensauren Kalks nicht in Anspruch genommene Kohlensäure auch für die Verwitterung anderer

Gesteinsbestandteile mehr wirksam werden; so vermag sie namentlich auch die eisenhaltigen Silikate zur Zersetzung, das Eisen selbst zur Lösung und Ausscheidung zu bringen.

Die beiden Sauerstoffverbindungen Eisenoxyd und Eisenoxydul stehen gegenseitig in dem Verhältnis, daß beide durch Sauerstoffaufnahme oder Sauerstoffabgabe leicht auseinander hervorgehen können.

Das mehr Sauerstoff enthaltende Eisenoxyd bezw. das durch Wasseraufnahme gebildete Eisenoxydhydrat kann aus dem weniger Sauerstoff führenden Eisenoxydul durch Sauerstoff- bezw. Wasseraufnahme, umgekehrt das Eisenoxydul aus dem Eisenoxyd durch Sauerstoffentziehung (Reduktion), welche in der Regel durch organische Stoffe mit der Überführung von Kohlenstoff in Kohlensäure stattfindet, hervorgehen. Je nachdem der Boden naß und schlecht durchlüftet oder drainiert und dem Sauerstoff der Luft geöffnet ist, vollziehen sich diese Prozesse der Reduktion (Eisenoxydulbildung) und Oxydation (Eisenoxyd- bezw. Eisenoxydhydratbildung) in verschiedener Weise.

Das Eisenoxydul ist in Verbindung mit überschüssiger Kohlensäure als sog. doppeltkohlensaures Eisenoxydul in ähnlicher Weise wasserlöslich wie der kohlensaure Kalk, nur mit dem Unterschiede, daß, falls kohlensaurer Kalk vorhanden ist, in der Regel zunächst wesentlich dieser in Lösung übergeht, und nach seiner Auflösung erst das kohlensaure Eisenoxydul durch Auflösung als doppeltkohlensaure Verbindung (Eisenbicarbonat) in Bewegung kommt.

Nach dem Verluste des kohlensauren Kalks durch Auslaugung sowie überhaupt bei Abwesenheit desselben kommen deshalb lösliche Eisenverbindungen zahlreicher vor und geben in Verbindung mit mechanischen Prozessen vielfach zur Bildung von sekundären Verhärtungen und Verkittungen wie „Eisersand", Eisenschuß, Eisenortstein, Raseneisenstein, Veranlassung, wie sie in praktischen Kreisen in der Regel mit Recht gefürchtet werden. Umgekehrt kann aus dem Auftreten einer derartigen Konzentration von Eisenverbindungen meist auf erhebliche Kalkarmut geschlossen werden.

Damit steht, da sich thonige Teile in kalkhaltigem Wasser

weniger leicht suspendieren lassen als in kalkfreiem, häufig Mangel der oberen Bodenschichten an Thon (Ausmagerung) und Anreicherung der unteren Schichten damit in Beziehung (Lehmbildung).

Endlich schließt sich daran häufig die Wanderung der Phosphorsäure und die örtliche Aufspeicherung derselben an Stellen des Untergrundes in Verbindung mit Eisen. Die Phosphorsäure verliert dadurch an Wirksamkeit für die Pflanzenernährung. Viele Eisensteine, an denen Deutschland reich ist, beweisen, wie die Phosphorsäure sich in ihnen angesammelt hat, und die großartige praktische Bedeutung des Thomasprozesses für die Eisenindustrie und die Landwirtschaft beruht darauf, daß neben der Gewinnung reinen Eisens die in den Eisensteinen seit langem ruhende (abgelagerte) Phosphorsäure in den Kreislauf der Bodenkultur gelangt. Wie groß diese so zur Ruhe und Unwirksamkeit gelangenden Phosphorsäuremengen sind, beweisen die Analysen von Raseneisensteinen, in welchen durch Erdmann bereits vor vielen Jahren bis 10 % Phosphorsäure und in Holland bis 14 % nachgewiesen worden sind. Schon in den armen Böden des Diluvialsandes beginnen nach dem Verluste des kohlensauren Kalkes infolge der Wanderung von Brauneisen diese Umänderungen und die sich anschließenden Verhärtungen. (Siehe d. Verf. Geognost. Durchforschung des schlesischen Schwemmlandes [Berlin 1872] S. 48, 61, 73, 101, 360; Vorbericht S. XXII, XXXII, XXXIII.) Das vom Verfasser aufgenommene Bodenprofil des Diluvialsandes von Dallgow bei Spandau ergab nach den Untersuchungen, welche in der Mitte der 70er Jahre in dem bodenkundlichen Laboratorium der preußischen geologischen Landesanstalt ausgeführt wurden, daß in dem reinen Diluvialsande in 10 kg 3,2 g Phosphorsäure, in den unregelmäßig darin verlaufenden Eiserstreifen dagegen in der gleichen Menge 10,5 g gefunden wurden[1]).

1) Bei der Wichtigkeit dieses Prozesses im Boden kann ich nicht umhin, den durch Flußsäure aufgeschlossenen Gesamtgehalt des Sandes und der gekitteten Eiserstreifen, die Nährstoffe meist in sehr schwer löslichem Zustande, hier mitzuteilen:

Zu der einen Thatsache, daß diese im Sande früher gleichmäßiger verteilten und damit dem Wurzelsystem zugänglicheren Stoffe durch diese örtliche Ablagerung der Aufnahme durch den saueren Saft der Wurzeln mehr entzogen wurden, kommt hinzu die sehr bedeutsame andere, daß, durch diese Kalkarmut herbeigeführt, für das wichtige Tiefenwachstum der Wurzeln undurchgängige oder schwer durchgängige Schichten entstehen, welche bei größerer Verdickung und Verhärtung dem Ackerbau sehr nachteilig werden können. Viele Acker- und Waldböden der Sandgebiete zeigen diese Erscheinung, und es kann bei ihnen eine sehr tiefe Untergrundlockerung und Zertrümmerung derartiger Schichten für das freudige Gedeihen der Pflanzen sehr wichtig werden. In den Eisersanden der tiefen Diluvialsandmassen bei Rixdorf sind von Zeller im agron. pedol. Laboratorium fast überall diese Phosphorsäure-Anreicherungen nachgewiesen worden. Bei dem nachfolgend mitgeteilten Diluvialsand-Profile von Lupitz in der Altmark, welches durch die Bewirtschaftung von Dr. Schultz zu großer Berühmtheit gelangt ist, wurden im Laboratorium des Verfassers, wie die später mitgeteilte Analyse genauer ergiebt, durch Dr. Berju gefunden:

	Im Diluvialsand	In den Eiserstreifen
	von Dallgow	
	%	%
Thonerde	1,751	3,972
Eisenoxyd	0,513	1,072
Kali	0,977	1,830
Kalkerde	0,152	0,206
Kohlensäure	fehlt	fehlt
Phosphorsäure	0,032	0,105
Glühverlust	0,190	0,510
Kieselsäure und nicht bestimmt	96,385	92,305
	100,000	100,000

Es ergiebt sich aus diesen Zahlen, daß neben der Phosphorsäure besonders auch Thonerde und Kali in der Wanderung waren, und daß der Gehalt an Eisen etwa auf das Doppelte gestiegen ist, daß also der Verlust des kohlensauren Kalkes viel weiter gehende chemische und mechanische Veränderungen im Gefolge gehabt hat.

In 10 kg hellem Diluvialsande 0,9 g Phosphorsäure
„ 10 „ braunem Eisersande 2,8 „ „
(Diluvialsand durch Brauneisen verhärtet),
in letzterem also die dreifache Menge.

In vielen Sanden wird diese Auslaugung und Bewegung durch Humus sehr unterstützt, und es bilden sich im Untergrunde durch Humus verkittete und für die Wurzeln undurchgängige Schichten aus. (Humusortstein).

Sogar in den reichen Marschthonböden des Meeresalluviums gehen nach der Auslaugung des ursprünglich vorhandenen kohlensauren Kalkes örtliche Ablagerungen und Anreicherungen von phosphorsaurem Eisenoxyd vor sich, welche damit der gleichmäßigen Vermengung mit dem Boden des ursprünglich kalkhaltigen Thons in der Form der phosphorsauren Kalkerde entzogen werden. Das mehrfach sichtbare Hervortreten von Blaueisenerde in dem durch Auslaugung oberhalb kalkarm gewordenen Marschthon beweist dies aufs deutlichste. In dieser nicht alten Seeklayablagerung ergaben die betreffenden analytischen Zahlen, daß hier der kohlensaure Kalk dieser Auslaugung am meisten ausgesetzt gewesen ist, weit mehr als Kali, Phosphorsäure und Stickstoff; in der noch große Mengen von letzterem enthaltenden Ackerkrume fehlt es an Kalk. Es können infolgedessen in diesen reichsten Bodengrundlagen, wie wir später sehen werden, sehr ungünstige eisenschüssige Bodenarten, ja, für den Pflanzenwuchs geradezu giftige Bildungen entstehen.

Das Angeführte beweist, daß das Vorhandensein oder Fehlen des kohlensauren Kalks bei den verschiedensten Bodenarten, bei Thon und Sand, häufig zu den praktisch wichtigsten Veränderungen in der Zusammensetzung des Bodens Veranlassung giebt. Diese Veränderungen beziehen sich sowohl auf die Bewegung und Verteilung der wichtigsten chemischen Nährstoffe, wie auch auf die physikalische Zusammensetzung des Bodens; der Gehalt von kohlensaurem Kalk bewahrt davor, daß sich im Untergrunde durch Eisen oder Humus oder durch beide hervor-

gerufene und für die Wurzeln undurchgängige Verhärtungen, daß sich der gefürchtete Eisenschuß und Raseneisenstein ausbilden können. Auf dieser Thatsache beruht zum Teil die große praktische Bedeutung des „Gesetzes des Kalkes und Eisens“.

3. Der Kalkgehalt des Bodens in Beziehung zum Alter der Bodengrundlagen und zum Klima der Gegend.

van Bemmelen fand bei den frisch eingedeichten Seemarschböden in den Niederlanden, daß ihr Gehalt an Schwefelsäure in 48 Jahren von 1,03 % auf 0,36 % und ihr Chlorgehalt von 0,73 % auf 0,08 % durch Auslaugung zurückging und daß 8,56 % kohlensaurer Kalk in 194 Jahren völlig verschwanden, also 1 % in 22,5 Jahren (1 % Kalkerde oder Calciumoxyd in 40 Jahren). Wenn der kohlensaure Kalk durch diesen Auslaugungsprozeß verschwunden ist, so hält sich der noch vorhandene, schwerer verwitterbare kieselsaure Kalk wohl weit länger im Boden, vermag aber doch nicht zu verhindern, daß die Wanderung des Eisens und die Eisenschußbildung, welche in diesen schweren thonigen Böden besonders zu fürchten ist, nach dem Verluste des kohlensauren Kalkes rasch fortschreitet. (Bildung des Rooddorns in Holland.)

Wenn deratige Auslaugungsprozesse in diesen verhältnismäßig jungen geologischen Ablagerungen, welche dem jüngsten Meeresalluvium angehören, schon in so kurzer Zeit wesentliche Veränderungen herbeizuführen vermögen, so kann daraus, wenn auch über die klimatischen Verhältnisse in früheren Erdperioden mit Bezug hierauf nicht allzuviel bekannt ist und Abschwemmung und Erneuerung der Oberfläche vielfach stattgefunden hat, doch deutlich entnommen werden, welche Kalkverluste diese durch die atmosphärische Verwitterung herbeigeführten Vorgänge bei den alten geologischen Formationen und namentlich bei ursprünglich kalkarmen Grundlagen herbeiführen mußten.

Bei den Diluvial- und Tertiärsanden wird dies also schon in höherem Maße zutreffen als bei den jüngsten derartigen Ab-

lagerungen der Gegenwart, und die oft sehr große Tiefe der Kalkauslaugung — bis 10 Meter und mehr — ist dadurch zu erklären. Durch die jeweiligen physikalischen Verhältnisse, ob sich ein Boden mehr feucht oder trocken hält, wird dies sodann im einzelnen noch wesentlich verändert.

Wenn aber Formationen so lange Zeit unbedeckt den atmosphärischen Auslaugungsprozessen ausgesetzt gewesen sind, wie es beim rheinischen Schiefergebirge (meist Devon) der Fall ist, so wird bei den kalkarmen bezüglichen Thon- und Grauwackenschiefern auf eine sehr starke Auslaugung und Entkalkung geschlossen werden müssen.

In kalkarmen Gesteinen, wie in vielen Sandsteinen, muß die Wanderung des Eisens und die lokale Ausscheidung desselben bereits frühzeitig begonnen haben. An der braunen Farbenzeichnung der Sandsteine ist dies vielfach unmittelbar noch wahrzunehmen.

Manche jetzt an der Oberfläche lagernden Grundlagen sind indessen in früheren Perioden längere Zeit mit anderen Bildungen bedeckt gewesen.

In feuchtem, regenreichen Klima müssen diese Auslaugungsprozesse naturgemäß besonders stark hervorgetreten sein, während sie in regenloser Gegend aufhörten. Bei dem geringen Gehalte mancher tropischen Lateritböden wird der sehr hohe Niederschlag wesentlich zur Erklärung einer starken Auslaugung herangezogen werden müssen.

Von besonderem Interesse sind die von Hilgard über den Boden der nordamerikanischen Freistaaten veranlaßten Untersuchungen. Derselbe fand in den trockenen Gegenden von Arizona bis Washington-Territorium und in Central-Montana im Boden viele Salze und viel kohlensauren Kalk — selten Landstriche mit weniger als 1 %, durchschnittlich wohl 2 % Kalkerde — obwohl im allgemeinen kalkarme Formationen vorherrschen. Im Gegensatz hierzu sind östlich von dem trockenen Texas in den Gegenden mit reichlicheren Niederschlägen, wo viel mehr kalkhaltige Formationen vorhanden sind, durch den stärkeren Auslaugungsprozeß die Kalkgehalte im Hügellande durchschnittlich auf kaum 0,2 % (in 10 kg Boden 20 g Kalkerde) zurückgegangen.

Basaltböden enthielten zu beiden Seiten des Kaskadengebirges in 10 kg Boden:

im feuchteren Oregon 25—50 g,
am trockenen Ostabhange 200 g Kalkerde.

Von besonderem Interesse ist in einigen dieser trockenen Gegenden noch die Bildung von kohlensaurem Natron in dem kalkhaltigen Boden (kohlens. Kalk), welches so stark auftreten kann, daß die Vegetation darunter leidet, sowie die Beseitigung dieses Übelstandes durch Gipsdüngung nach Hilgards Vorschlage. Gips setzt sich mit der Soda des Bodens in kohlensauren Kalk und schwefelsaures Natron um.

Der größere, durch das Fehlen der Verwitterung herbeigeführte Gehalt an Mineralstoffen in diesen trockenen, vegetationsarmen Gegenden hat praktisch den Erfolg, daß daselbst die Zuführung von Wasser durch Berieselungsanlagen von größerem Nutzen begleitet ist, als dies auf dem stärker ausgelaugten Boden der Fall sein würde.

Den praktischen Beweis, wie viel Kalk dem Boden in kurzer Zeit verloren geht, liefern die Untersuchungen des Drainwassers. Nach einem Versuche bei einem Roggenfeld mit 0,29 % kohlensaurem Kalk und 0,21 % kohlensaurer Magnesia enthielt das Drainwasser nach E. Wolff in 10 kg 3,47 g feste Stoffe, wovon 2,19 g auf kohlensauren Kalk und 0,31 g auf kohlensaure Magnesia entfielen. Aus dem Boden der Berliner Rieselfelder werden durch das Drainwasser sehr große Mengen von Kalk in Form von Kalksalpeter entführt und das bezügliche Wasser ist deshalb als ein noch fruchtbares zu bezeichnen. Nach Lawes & Gilbert gehen durch die Röhrenentwässerung dem Boden von Rothamstead jährlich etwa 540 kg kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia (meist Kalk) vom Hektar verloren.

4. Der Kalkgehalt des Bodens mit Bezug auf die Entnahme durch die Vegetation und die Ernten.

Nach Kohl enthalten die Pflanzen in der Reinasche:

Pflanzen mit 30—39 % Kalk in der Reinasche:

Weißklee	32 %
Bastardklee	32 „
Incarnatkle	33 „
Hopfenklee	30 „
Esparsette	35 „
Gemüsekohl	38 „

Pflanzen mit 40 und mehr % Kalk in der Reinasche.

Rotklee	43 %.	in der Blüte 60 %
Luzerne	40 „	„ „ „ 60 „
Gartenbohne (Phaseolus)	42 „	
Wundklee	57 „	
Hanf	39—61 „	
Tabak	52 „	
Walnuß	55 „	Rinde 70 %
Holz des Weinstockes	40 „	
„ „ Maulbeerbaums	56 „	
„ der Rotbuche	62 „	
„ „ Eiche	78 „	
„ „ Linde	76 „	
Blätter der Möhre	35 „	

Es handelt sich also gegenüber den geringen Mengen von Kalk, welche den Pflanzen im Boden häufig nur zur Verfügung stehen, um sehr erhebliche Anteile, welche davon in der Pflanzenasche gefunden werden und für das Leben der Pflanze, wie wir gesehen haben, von der wesentlichsten Bedeutung sind.

Nach den Tabellen von E. Wolff sind enthalten:

In 1000 Teilen		Kalkerde	Magnesia
Weizen	Korn	0,5	2,0
„	Stroh	2,7	1,1
Bohnen	Korn	1,5	2,2
„	Stroh	12,0	2,6
Kartoffeln	Knollen	0,3	0,5
„	Kraut (grün)	6,4	3,3
Raps	Korn	5,5	4,6
„	Stroh	11,7	2,5
Kleeheu		20,1	6,3

Die Kalkerde ist demnach wesentlich in denjenigen Pflanzen=

teilen vorhanden, welche im regelmäßigen Betriebe der Düngerwirtschaft dem Gute verbleiben und nicht ausgeführt werden, also im Heu, Stroh und Kraut; in den Körnern und Knollen dagegen nur in sehr viel geringerem Maße.

In den ausgeführten Körnern, in Spiritus, Stärke und Zucker geht der Wirtschaft wenig oder gar keine Kalkerde verloren, dagegen ist der Verlust an Magnesia in den Körnern etwas größer. Je mehr Stroh und Heu aus der Wirtschaft verkauft wird, um so mehr Kalkerde geht damit auch fort. So sind

					Kalkerde	Magnesia
in 100 Ernten von je	2000 kg	Weizenkörnern	enthalten		100	400
„ 100	„ „	2000 „	Bohnenkörnern	„	300	440
„ 100	„ „	20000 „	Kartoffelknollen	„	600	1000
„ 100	„ „	2000 „	Rapssamen	„	1100	920

					Kalkerde	Magnesia
In 100 Ernten von je	4000 kg	Weizenstroh	dagegen		1080	440
„ 100	„ „	4000 „	Bohnenstroh	„	4800	1040
„ 100	„ „	1500 „	Kartoffelkraut	„	3240	1650
„ 100	„ „	3000 „	Rapsstroh	„	3510	750

Rechnet man die Ackerkrume auf 1 ha zu 3 Millionen Kilogramm Gewicht, so sind bei einem Gehalte von:

	0,05 %	Kalkerde	1500 kg
bei	0,1 „	„	3000 „
„	0,2 „	„	6000 „

davon vorhanden, welche je nach dem Grade ihrer Löslichkeit mehr oder weniger den Bedarf decken, in der Regel aber nur zu einem geringen Prozentsatz als unmittelbar aufnehmbar gerechnet werden können. Es ergiebt sich daraus, wie je nach der Betriebsweise, — ob Halmfrüchte bevorzugt werden oder Fruchtwechselwirtschaft stattfindet —, der Kalkvorrat sehr verschieden in Anspruch genommen wird.

5. Zehn Beispiele deutscher Bodengrundlagen.

Um ein Bild über die Bildungs- und Verwitterungs-Vorgänge und über die chemische Zusammensetzung der Bodengrundlagen zu geben, sind nachstehend aus den vom Verfasser im Museum der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin zusammengestellten typischen Bodenprofilen des Deutschen Reichs einige besonders bezeichnende ausgewählt und an dieser Stelle zur Darstellung gebracht worden. Sie sollen dazu dienen, die Orientierung in der Beurteilung und richtigen Auffassung der Bodengrundlagen zu erleichtern, namentlich auch den Entkalkungsvorgang der oberen Bodenschichten und die nachfolgend sich anschließenden Umbildungsprozesse, zum Teil auch den Einfluß von Bodenverbesserungen, zum Ausdruck zu bringen. Bei dem auf Mergelgrundlage auflagernden Boden wird auf die Kalkquelle hingewiesen, welche zur Düngung des oberen Bodens benutzt werden kann und durch Begießen mit Salzsäure beim Abbohren und Aufgraben leicht nachzuweisen ist. Auch die Einseitigkeit in der Zusammensetzung des Bodens ist aus der chemischen Analyse zu ersehen. Auf den folgenden Blättern sind die Bodenprofile nachstehender Formationen nebst den betreffenden Bodenanalysen enthalten:

1. Glimmerschieferformation von Waschleithe bei Schwarzenberg, Erzgebirge;
2. Silurische Thonschieferformation von Zeulenroda, Thüringen;
3. Buntsandsteinformation von Bebra, Hessen;
4. Keupersandsteinformation von Koddendorf bei Schwabach, Mittelfranken;
5. Diluvialsand und Grand von Lupitz, Altmark;
6. Geschiebemergel von Constanz am Bodensee;
7. Geschiebemergel von Rixdorf bei Berlin;
8. Geschiebemergel von Wocknin in Pommern;
9. Kalkhaltiges Grünlandsmoor mit Sanddecke von Cunrau (Altmark);
10. Kalkarmes Hochmoor von Oldenburg im Großherzogtum.

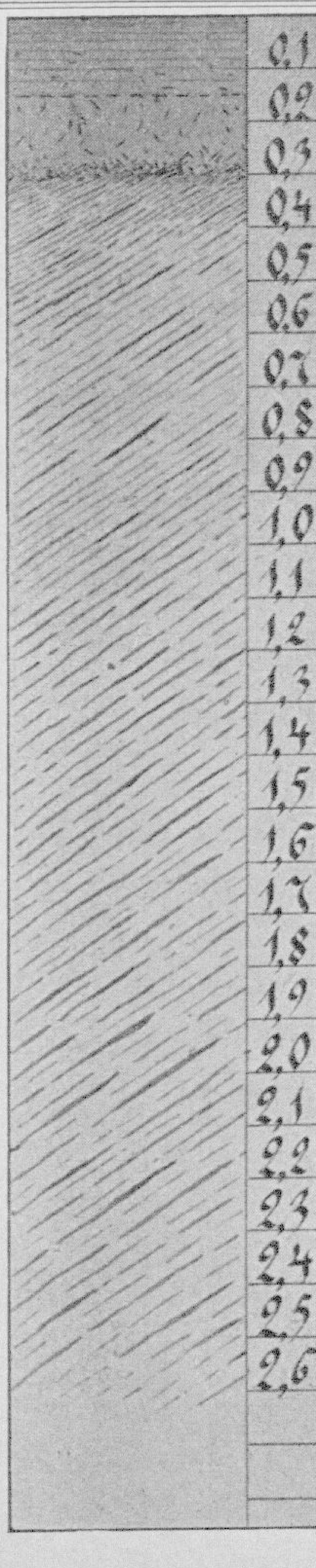
1. Glimmerschiefer-Formation
von
Waschleithe bei Schwarzenberg,
Erzgebirge.



Schicht	In 10000 Teilen sind enthalten: löslich in kochender Salzsäure: Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Sandiger Lehm Ackerkrume.	8,4	18,0	7,4	17,0
Sandiger Lehm.	6,0	17,0	4,6	8,8
Sandiger Lehm.	7,0	15,0	3,6	3,2
limmerschiefergrus, stark verwittert.	—	—	—	—*)
Verwitterter Glimmerschiefer.	—	—	—	—
Glimmerschiefer.	—	—	—	—

*) Das Zeichen — bedeutet nicht untersucht.

2. Silurische Thonschiefer-Formation von Zeulenroda, Thüringen.



Meter	In 10 000 Teilen sind enthalten: löslich in kochender Salzsäure: Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Sandiger Lehm Ackerkrume.	11,0	15,0	8,7	18,0
Sandiger Lehm.	8,5	10,0	5,5	12,0
Thonschiefergrus, stark verwittert.	4,7	7,4	2,8	2,3
Thonschiefer, verwittert.	—	—	—	—
Thonschiefer, etwas verwittert.	—	—	—	—
Thonschiefer.	—	—	—	—

3. Buntsandstein-Formation

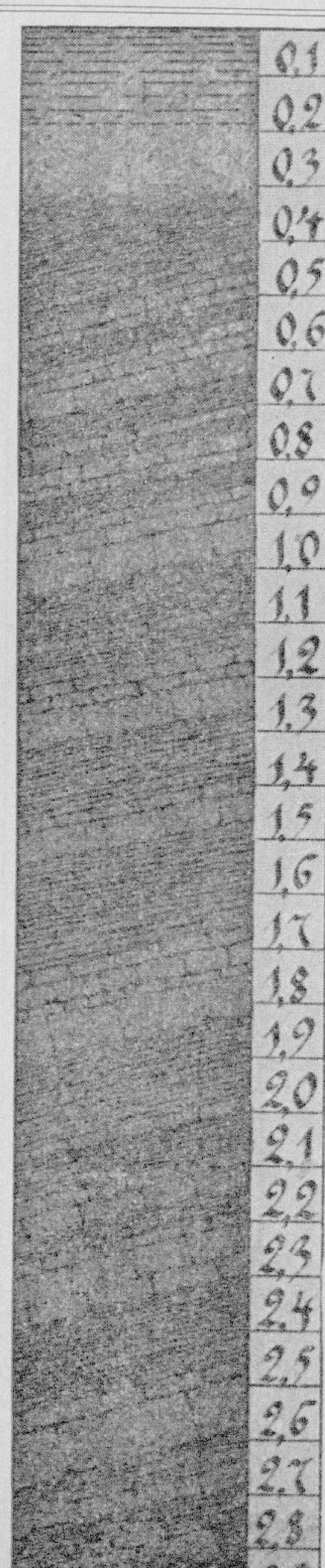
(unterer Buntsandstein, „su" der geolog. Karte)

von

Bebra,

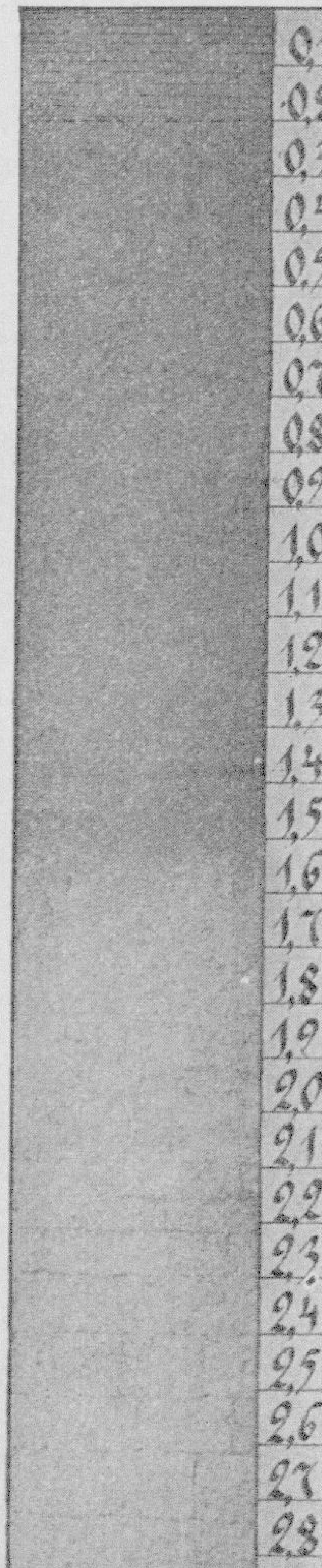
Hessen.

Meter



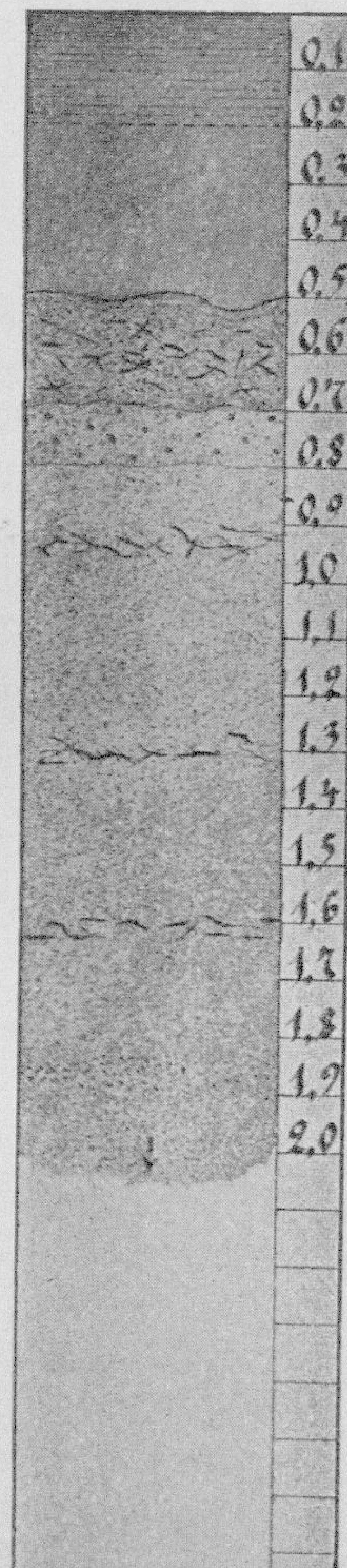
	In 10 000 Teilen sind enthalten			
	löslich in kochender Salzsäure			
	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Lehmiger Sand Ackerkrume.	3,7	19,0	6,9	6,7
Lehmiger Sand.	3,1	24,0	21,0	4,9
Sandsteinschiefer, verwittert.	—	—	—	—
Glimmerreicher Sandsteinschiefer.	—	—	—	—
Dünnplattiger Buntsandstein mit thonigen Zwischenlagern.	—	—	—	—

4. Keuper-Sandstein und -Schiefer von Koddendorf bei Schwabach, Mittelfranken.



4. Keuper-Sandstein und -Schiefer von Koddendorf bei Schwabach, Mittelfranken. (Meter)	In 10 000 Teilen sind enthalten: löslich in kochender Salzsäure: Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Lehmiger Sand Ackerkrume.	3,0	14,0	1,1	4,2
Lehmiger Sand	2,0	22,0	2,4	3,4
Lehm-Sand (Streifen).	3,1	?	4,9	1,7
Thon-Sand mit einzelnen Thongallen.	—	—	—	—
Thon-Sandstein (wenig gebunden).	—	—	—	—

5. Diluvialsand und -Grand von Lupitz bei Clötze, Altmark.

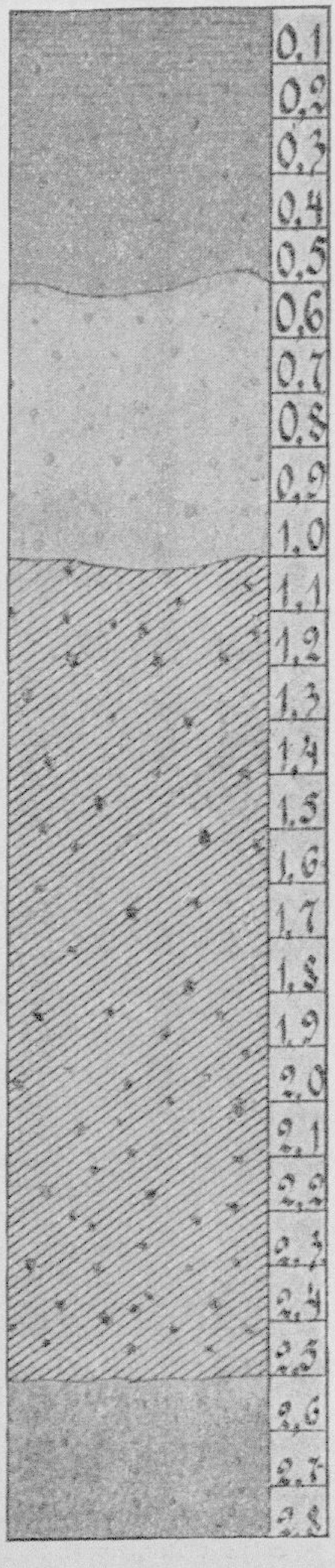


Schicht (Meter)	In 10 000 Teilen sind enthalten: löslich in kochender Salzsäure – Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Schwach lehmiger Sand Ackerkrume.	2,6	3,5	3,9	4,8
Schwach lehmiger Sand.	2,0	5,9	2,3	2,9
Eisersand u. -Grand.	1,3	3,8	2,2	1,9
Diluvialgrand u. -Sand	1,4	3,7	2,1	0,4
Diluvialsand (enthält Eiserstreifen u. ist unter der Herrschaft des Eisens).	0,9	5,3	3,5	fehlt
Eiserstreifen im Diluvialsand.	2,8	11,0	1,4	fehlt

6. Diluvial-Geschiebemergel,

(Grundmoräne des ehemaligen Rheingletschers der Alpen)

Constanz am Bodensee.



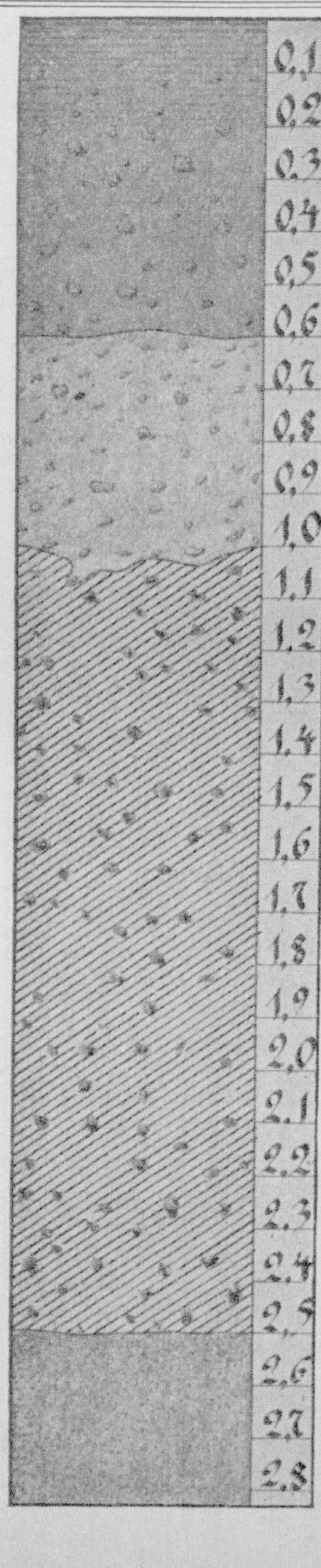
	In 10000 Teilen sind enthalten: löslich in kochender Salzsäure – Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Sandiger Lehm Ackerkrume.	37,0	15,0	119,0	6,5
Sandiger Lehm.	3,7	13,0	32,0	4,5
Geschiebe-Lehm (Kalk meist als kieselsaurer Kalk vorhanden).	9,0	26,0	57,0	3,5
Geschiebe-Lehmmergel (24,6 % kohlensaurer Kalk).	7,9	13,8	1421	2,6
Diluvialschotter und -Sand (35 % kohlensaurer Kalk).	—	—	—	—

7. Diluvial-Geschiebemergel,

(Grundmoräne des ehemaligen nordisch-baltischen Gletschers)

Rixdorf bei Berlin.

Meter

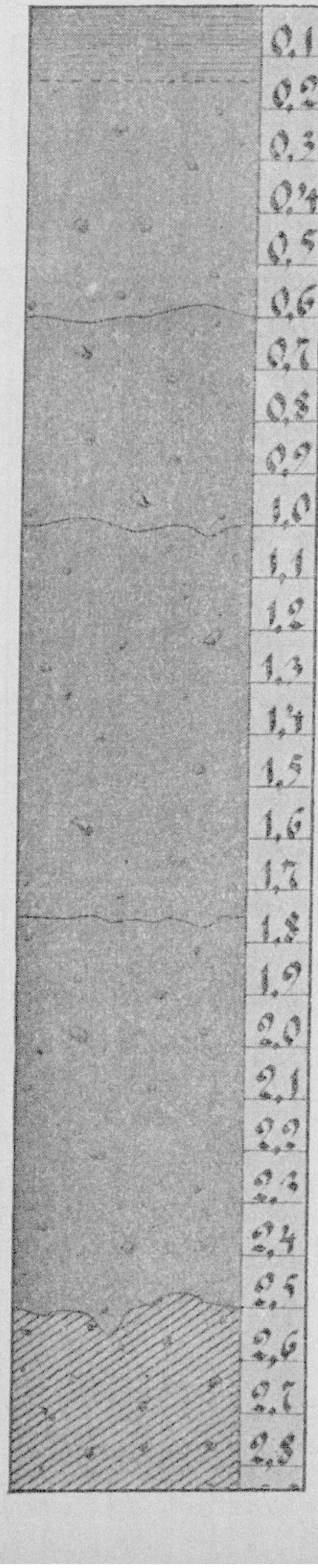


	In 10 000 Teilen sind enthalten			
	löslich in kochender Salzsäure			Gesamt-Stickstoff
	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	
Lehmiger Sand Ackerkrume.	11,0	11,0	99,0	10,0
Lehmiger Sand.	2,3	9,5	11,0	fehlt
Geschiebe-Lehm (sandig) (Kalk meist als kieselsaurer Kalk vorhanden).	4,3	37,0	35,0	3,5
Geschiebe-Lehmmergel (Oberer Diluvialmergel, sandig, etwas entkalkt). (5,3 % kohlensaurer Kalk.)	4,7	27,0	313,0	2,9
Diluvialsand. (0,85 % kohlensaurer Kalk.)	0,9	8,0	50,0	fehlt

8. Diluvial-Geschiebemergel.

(Grundmoräne des ehemaligen nordisch-baltischen Gletschers.)

Wocknin bei Rummelsburg, Pommern.

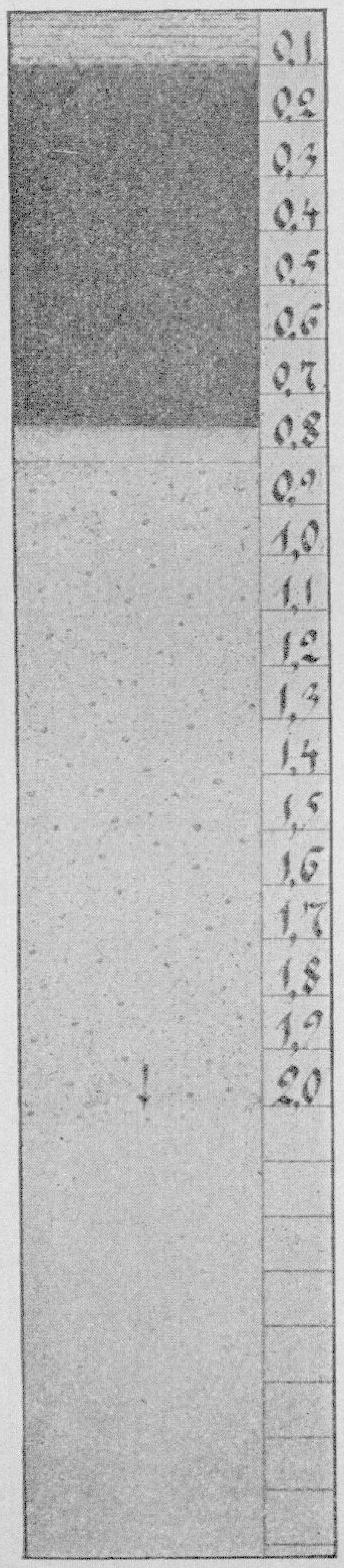


	In 10 000 Teilen sind enthalten			
	löslich in kochender Salzsäure			
	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Lehmiger Sand, Ackerkrume.	8,1	9,1	3,0	10,4
Lehmiger Sand.	6,9	10,0	6,8	5,5
Sandiger Lehm (Geschiebelehm).	4,5	26,0	13,0	1,7
Sandiger Lehm (Geschiebelehm). (Kalk meist als kieselsaurer Kalk vorhanden.)	5,2	26,0	12,0	2,8
Sandiger Lehm (Geschiebelehm).	4,5	24,0	13,0	2,0
Geschiebe-Lehmmergel (Oberer Diluvialmergel, sandig, etwas entkalkt.) (8,3 % kohlens. Kalk.)	7,0	27,8	477,0	3,6

9. Kalkhaltiges Grünlands-Moor

mit Sanddecke aus dem Untergrunde.
Alluvium.

Cunrau bei Öbisfelde,
Altmark.



	In 10 000 Teilen sind enthalten			
	löslich in kochender Salzsäure			
	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Gesamt-Stickstoff
Humushaltiger Sand.	3,0	4,7	5,4	12,0
Schwarzbrauner Torf (Kalk meist als humussaurer Kalk vorhanden.)	20,0	10,0	430,0	242,0
Schwarzbrauner Torf.	10,0	4,5	323,0	222,0
Schwarzbrauner Torf.	24,0	25,0	260,0	109,0
Feinsandiger Schlick.	7,3	13,0	28,0	25,0
Alluvialsand und -Grand (unter Wasser).	Spur	5,3	6,2	2,6

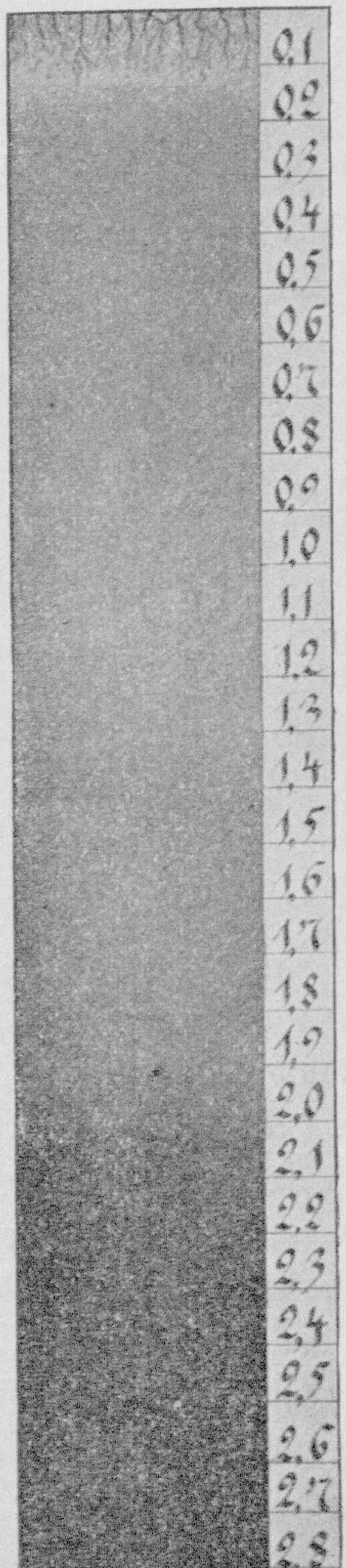
10. Kalkarmes Hochmoor

(mit Heide bewachsen)

Alluvium.

Hundsmühle bei Oldenburg im Großherz.

Meter



	In 10 000 Teilen sind enthalten			
	Löslich in kochender Salzsäure			Gesamt-Stickstoff
	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	
Torfboden, Oberkrume, mit Heidewurzeln.	12,0	5,7	18,0	155,0
Gelbbrauner Sphagnum-Torf (Bung-Torf). (Kalk als humussaurer Kalk vorhanden.)	4,7	3,9	20,0	85,0
Brauner Torf.	4,2	3,7	14,0	105,0
Schwarzbrauner Torf.	2,5	2,9	14,0	122,0
Schwarzbrauner Torf.	3,5	2,7	13,0	73,0

Von den vorstehend dargestellten Bodenprofilen sind ausgewählt:

Nr. 1 als Vertreter des sogenannten krystallinischen Schiefers (Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit u. a.), welcher in den ältesten Gebirgen in Mittel- und Süddeutschland mehrfach auftritt und der Auslaugung an der Luft außerordentlich lange ausgesetzt gewesen ist. Der wesentlich aus Quarz und Glimmer bestehende Glimmerschiefer enthält von Natur sehr wenig Kalk. Kali ist unter den mineralischen Nährbestandteilen in größerer Menge als Phosphorsäure und Kalkerde vorhanden. Die aus dem mit dem Gneis verwandten Granit hervorgegangenen Bodenarten sind ebenfalls vielfach kalkarm, namentlich wenn der Feldspat nur aus Kalifeldspat besteht. Die aus den sogenannten basischen Gesteinen (Grünstein, Basalt u. a.) abzuleitenden Bodenarten haben in ihren Grundlagen (Kalk-Natronfeldspat, Augit, Hornblende) mehr Kalkerde, der Gehalt daran hängt sehr von dem Verwitterungsgrade ab.

Nr. 2 ist Vertreter der alten kalkarmen Thonschiefer- und Grauwackenschiefer-Gesteine, wie sie am Harz, in Mittel- und Süddeutschland, am zahlreichsten und in großen Gebieten im rheinischen Schiefergebirge östlich und westlich des Rheins vorhanden sind. Diese Gesteine sind der Auslaugung an der Luft ebenfalls sehr lange ausgesetzt gewesen und die Kalkfrage spielt bei ihrer landwirtschaftlichen Kultur in der Regel eine große Rolle. Glücklicherweise sind sowohl innerhalb wie am Rande dieser Gebiete vereinzelt auch Kalksteine zur Abhilfe des Kalkbedürfnisses abgelagert: Mitteldevonische Kalksteine in der Eifel, in Nassau und am Harz, Kohlenkalkstein und Zechsteinkalk am Rande dieser älteren Sediment-Formationen. Kali ist wiederum in größerer Menge vorhanden als Phosphorsäure und Kalkerde.

Nr. 3 und 4 sind die Vertreter der in Nord-, Mittel- und Süd-Deutschland, besonders in Hessen und Franken, im Odenwald und Schwarzwald, in der Pfalz und in Elsaß-Lothringen häufig vorhandenen Sandsteingebiete, welche sich in der Regel durch Kalkarmut auszeichnen. In den mit geringen thonigen Beimengungen abgelagerten Sandsteinen der Trias, wie sie in Nr. 3

und 4 vorliegen, tritt der Kaligehalt den andern mineralischen Nährstoffen gegenüber hervor, wie in den reineren, fast nur aus Quarz bestehenden Sandsteinen des Quadersandsteins und in vielen Braunkohlensanden. Letztere sind oft sehr arm an mineralischen Nährstoffen. So wurden in dem sehr kalkarmen Boden des Quadersandsteins der Klusberge bei Halberstadt im Laboratorium des agronomisch-pedologischen Instituts der Berliner Hochschule gefunden:

In 10 000 Teilen	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Stickstoff
Sandboden-Oberkrume . .	2,0	2,4	2,2	Spur
„ -Untergrund . .	1,7	3,0	0,9	fehlt
„ „ . .	2,6	2,5	1,5	fehlt

Nr. 5, Diluvialsand und -Grand von Lupitz bei Clötze (Altmark) ist als der Vertreter der kalkarmen Sandböden Norddeutschlands ausgewählt. Im Untergrunde ist nach dem Verluste des kohlensauren Kalks das Eisen in Bewegung und hat zur Bildung von verhärtetem Eisersand Veranlassung gegeben, wodurch die Durchgängigkeit für Pflanzenwurzeln verringert ist. Beobachtungen, welche vom Verf. an den Rixdorfer Eisersanden bei Berlin angestellt worden sind, haben gezeigt, daß solche verhärtete Sandschichten durch den Regenwurm, falls er in solchen Sanden vorkommt, wieder geöffnet werden können. Sehr viele Sandböden Norddeutschlands sind so kalkarm, daß Kalkzufuhr die Hauptbedingung für ihre Kultur ist.

Wo Heidehumus die Auslaugungsvorgänge gesteigert hat, ist sowohl die Kalkarmut wie auch die Armut an andern Mineralstoffen besonders groß. Durch Untersuchungen im agronomisch-pedologischen Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule wurden für den Heidesand von Stolpemünde in Pommern nachstehende Zahlen nachgewiesen (Lösung der Mineralstoffe in kochender Salzsäure):

In 10 000 Teilen Boden:	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Stickstoff
Humoser Sand Oberkrume .	1,9	2,3	1,4	19,0

In 10 000 Teilen Boden:	Phosphorsäure	Kali	Kalkerde	Stickstoff
Bleisand*)	Spur	3,5	0,76	4,8
Humus-Ortstein (durch Humus verkitteter Sand)	0,78	3,4	1,3	6,9
Sand	3,4	6,0	4,3	1,6

Der Ortstein ist in der Regel für die Wurzeln sehr wenig durchgängig. Die teilweise Durchbrechung desselben durch Aufgraben oder durch den Dampfpflug öffnet den Untergrund und ergiebt dann wieder eine freudige Vegetation der Waldbäume. Der tiefere Untergrund ist reicher an mineralischen Nährstoffen als die Oberkrume, während letztere größere Mengen von organischem Stickstoff in der Form von Humus enthält.

Ähnlich zeichnen sich die in der Lausitz vorhandenen Sande und viele Sande unserer Niederungsgebiete durch große Kalkarmut aus, wogegen in den kalkreichen grandigen Korallensanden der holsteinischen Ostküste die kalkige Schicht vereinzelt nahe an die Oberfläche tritt. In der Regel ist aber bei den Diluvial- und Alluvialsanden der norddeutschen Ebene, welche an die Oberfläche treten, der kohlensaure Kalk auf erhebliche Tiefe durch Auslaugung verloren gegangen.

Im südlichen Deutschland ist das aus dem Alpenkalkstein hervorgegangene Kalkgeröll in den Diluvial- und Alluvialbildungen nördlich der Alpen sehr verbreitet, wo es z. B. in den mächtigen Schotter- und Sandmassen der Münchener Hochebene unterhalb knapper Oberkrume sehr hervortritt. In Norddeutschland ist dagegen im Sande der Quarz weit mehr vorherrschend.

Nr. 6, 7 und 8 sind die Vertreter der Bodenarten auf Diluvial-Geschiebemergel-Grundlage aus dem südlichen und nördlichen Deutschland. Bei allen dreien ist das Ganze bis oben hin ursprünglich kalkhaltig gewesen und der kohlensaure Kalk oberhalb des Mergels durch Auslaugung als doppeltkohlensaurer Kalk

---

*) Der Name „Bleisand" ist die im Lüneburgischen übliche Bezeichnung für einen bleigrauen, durch Auslaugung sehr verarmten unfruchtbaren Sand. Der Name hat auch anderwärts Eingang gefunden.

verloren gegangen, während nachfolgend der Geschiebelehm oberhalb des Mergels mit Eisen und Thon angereichert wurde. In einigen Gegenden Norddeutschlands, wo der Geschiebemergel meist sehr verbreitet und mit wechselndem Kalk- und Thongehalt auftritt, hat dies zu der Bezeichnung Blocklehm oder Sprocklehm Veranlassung gegeben; derselbe ist an Abhängen bei Abschwemmung des oberen Bodens nicht selten an der Oberfläche vorhanden. Die Auslaugungstiefe des Kalkes schwankt zwischen 0,5 und 1, 2 und 3 m, selten mehr, in welcher Tiefe die kalkhaltige Schicht bei entsprechender Mächtigkeit des Mergels gefunden werden kann. Es ist also oberhalb des Mergels für seine Verwendung zu Mergelungen nicht selten viel Abraum vorhanden.

Die Vergleichung der Profile 6, 7 und 8 ergiebt die Gleichartigkeit der Entstehungsweise der von den Alpen und von dem baltischen Norden ausgehenden Glacialbildungen, wobei indessen vom Süden her mehr Kalk verbreitet worden ist. Das Verbreitungsgebiet kalkhaltiger Bodengrundlagen muß indessen auch in Norddeutschland, namentlich im Nordosten, als ein sehr ausgedehntes bezeichnet werden, so daß in einiger Tiefe an den zahlreichsten Stellen mergelige Grundlagen gefunden werden, wenn nicht der Diluvialsand in größerer Mächtigkeit bodenbildend an die Oberfläche tritt. Der durch Auslaugung oberhalb verloren gegangene kohlensaure Kalk macht sich an Gehängen, in Niederungen, zum Teil unter Torf, und auf Seegrund häufig durch das Vorhandensein von Süßwasserkalken (Kalktuff, Wiesenkalk, Seekreide) bemerklich. Nicht selten wird dieser Kalk zweckmäßig dem oberen Boden, der ihn durch Auslaugung verloren hat, wieder zugeführt.

Der höhere Kalkgehalt der Ackerkrume des Konstanzer und Berliner Bodenprofils gegenüber dem Untergrunde ist durch künstliche Zufuhr zu erklären.

Die beiden Bodenprofile Nr. 9 und 10 sollen die Vertreter des guten kalkhaltigen, stickstoffreichen und sich leichter zersetzenden Grünlandsmoores (Cunrau) und des roheren kalkarmen, weniger stickstoffreichen und sich schwerer zersetzenden Hochmoores (Oldenburg) darstellen.

Der Segen des Kalkes, welcher in Norddeutschland in der Diluvialzeit (Eiszeit) vom Norden her vielfach verbreitet worden ist, macht sich namentlich in dem Vorkommen der vielen kalkhaltigen Grünlandsmoore bemerklich, welche in der neueren Zeit für Acker- und Grasbau so erfolgreich in Angriff genommen worden sind und wofür Cunrau als das bemerkenswerteste Beispiel angesehen werden kann. Indem nun die Erzeugnisse dieser guten Grünlandsmoore, denen selbst man lediglich Kali und Phosphorsäure uzuführen braucht, in der Form von Stallmist großenteils zur Bedüngung des kalkarmen leichten Höhenbodens benutzt werden, kommt dem letzteren der aus dem Niederungsmoore stammende Kalk zu gute.

Der Kalk ist im Moor häufig nur als humussaurer Kalk, zuweilen außerdem als kohlensaurer Kalk, vorhanden.

In Süddeutschland giebt es ebenfalls viele gute kalkhaltige Grünlandsmoore, welche indessen nicht selten im Wasserstande schwerer zu regulieren sind. Die sogenannte Moränenlandschaft mit ihren vielen abflußlosen See- und Niederungsgebieten steht in Süddeutschland und ebenso in Norddeutschland zur Bildung dieser Moore vielfach in Beziehung.

Von dem guten Grünlandsmoor giebt es die zahlreichsten Übergänge zu dem kalkarmen und weniger zersetzten Hochmoor, wie es im größten Umfange in Nordwestdeutschland, im Hannoverschen und in Oldenburg, auftritt Indessen sind diese Hochmoore auch in Nordostdeutschland (Labiau, Heidekrug und viele Moosbrüche), auf manchen Gebirgen und in Süddeutschland (Kolbermoor, Haspelmoor) vertreten.

Zur Bildung der organischen Substanz der Hochmoore haben häufig Sphagnummoose Veranlassung gegeben oder wesentlich dabei mitgewirkt.

Für die Kultur der Hochmoore ist neben entsprechender Wasserregulierung und erheblicher Zufuhr von Kali und Phosphorsäure als sehr wesentlich namentlich auch der Kalkzufuhr Rechnung zu tragen. Dadurch wird also die Inangriffnahme der Kultur auf

Hochmoor schwieriger und kostspieliger als auf guten Grünlandsmooren.

Das Angeführte mag hinreichend sein, um darzulegen, welche große Wichtigkeit diesen Auslaugungs-Prozessen zukommt und wie durch sie Bodenzustände herbeigeführt werden können, welche den wirtschaftlichen Bodenwert fast verschwinden lassen, wie sie aber der Gegenwart namentlich oft einen sehr kalkarmen Boden überliefert haben. Und eine derartige erhebliche Verarmung an kohlensaurem Kalk ist auf Mergel- und Kalksteingrundlagen häufig vorhanden, wie viel mehr auf den ursprünglich kalkarmen geologischen Grundlagen, wo diese Verarmung eine sehr erhebliche sein mußte. Auch auf Kalksteingrundlage sollte deshalb nicht versäumt werden, örtlich zu prüfen, ob der Boden kalkarm, kalkbedürftig oder nicht. Das erstere kann an der einen Stelle der Fall sein, während an der anderen Kalk genug vorhanden ist.

Die mitgeteilten Bodenanalysen beweisen, wie für den Gehalt des Bodens an Kalkerde in erster Stelle der Bildungs- und Auslaugungsprozeß entscheidend gewesen ist, und wie der nutzbare Vorrat je nach der Betriebsweise durch die Kultur verschieden stark in Anspruch genommen wird. Jahrhunderte lang haben fast nur die weniger kalkhaltigen Getreidearten den Hauptanbau ausgemacht und die Zufuhr der Erzeugnisse des Wiesenbaus hat z. T. für die Deckung des geringen Bedarfs gesorgt. Dagegen nimmt die Fruchtwechselwirtschaft der Gegenwart mit ihren höheren Ernten den Kalk des Bodens weit mehr in Anspruch. Stärkere Gaben von käuflichem Dünger, insbesondere die Kalisalze, verlangen auch weit mehr Kalk im Boden, sodaß auf eine Gabe von 50 kg kalihaltigen Düngers (Kainit und Karnallit) vielfach auch 50 kg kalkhaltiger Dünger gerechnet werden kann. Schon *Liebig* fand, daß Gaben von Chlorkalium in der Düngung zur Bildung von leicht löslichem Chlorcalcium, welches ausgelaugt wird, Veranlassung gaben. *Starke Kaligaben setzen deshalb auf kalkarmem Boden auch starke Kalkgaben voraus.*

V. Die Wirkungen des Kalks auf Boden und Pflanze.

1. Der Kalk ist ein unersetzbares Pflanzennahrungsmittel. (Vergl. S. 15 ff.)

2. Der kohlensaure Kalk wirkt erhaltend auf den Bestand des Bodens und schützt vor Verlusten und schädlichen Umsetzungen.

Es ist zum Teil bereits ausgeführt, welche Umänderungen die Auslaugung des kohlensauren Kalkes im Gefolge haben kann und wie dies namentlich bei feuchten und frischgründigen Bodenarten in hohem Grade der Fall ist.

Die Umbildung vieler norddeutscher Bodenarten auf Geschiebemergelgrundlage kann so recht als ein Beweis dafür angesehen werden.

Die thonigen Teile gehen nach dem Verluste des kohlensauren Kalks oberhalb zum Teil verloren und werden in Verbindung mit Brauneisen mehr in dem auf dem Geschiebemergel lagerndern Lehm angehäuft, welcher dadurch einen höheren Grad von Bindung erhält. Im Zusammenhange damit steht, daß der obere vom Pfluge bewegte Boden mit seinem nächsten Untergrunde oberhalb des Lehms seine Beschaffenheit wesentlich geändert hat: Es ist aus dem ursprünglichen Geschiebe-Lehmmergel vielfach ein lehmiger Sand bis schwach lehmiger Sand hervorgegangen, welcher zum Teil ausgemagert und an Nährstoffen ärmer, an Quarzstaub reicher, damit aber auch milder und leichter bestellbar geworden ist.

Die von Berlin und Wocknin mitgeteilten Bodenprofile können als Beispiele dafür angenommen werden.

Bei dem früher dargestellten Bodenprofile von Konstanz zeigt sich zwar ebenfalls eine starke Auslaugung an kohlensaurem Kalk, indessen ist die Entkalkung und Entthonung bei weitem nicht soweit vorgeschritten, vielmehr ein wesentlich besserer Oberboden daraus hervorgegangen. Ebenso hat bei den besseren norddeutschen Diluvialböden auf Geschiebemergel-Grundlage die Entkalkung und Entthonung nur in viel geringerem Umfange stattgefunden.

Wie nach dem Verluste des kohlensauren Kalkes auch die Phosphorsäure mit dem in Bewegung geratenden Brauneisen zusammen in den Untergrund wandert und im Eisersand, im Raseneisenstein und dergl. in einen den Pflanzen weniger zugänglichen Ruhezustand gelangt, und wie die Durchgängigkeit des Untergrundes durch die eisenverhärteten Schichten beeinflußt wird, ist ebenfalls bereits hervorgehoben worden. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk giebt hier also einen Schutz ab vor den nachteiligsten Veränderungen, welche sich geradezu auf den Bestand der Bodengrundlagen richten.

3. Der kohlensaure Kalk wirkt bei zur Krustenbildung neigenden Bodenarten günstig auf das physikalische Verhalten derselben, auf Erleichterung des Pflügens, auf bessere Krümelung und geringeres Abbinden.

Schon lange bekannt ist ein Versuch von Franz Schulze, bei welchem trübes Wasser, in welchem Thon fein verteilt war, durch Zusatz von wenig Kalkwasser (Lösung von Ätzkalk in Wasser) sofort geklärt wurde. Der Kalk legt sich den thonigen Teilen innig an und trägt dadurch zur Verminderung ihrer Bindigkeit wesentlich bei. Damit in Zusammenhang steht, daß durch Zufuhr von gebranntem Kalk auf die Lockerheit thoniger Böden ein sehr günstiger Einfluß geübt wird.

Für die Bestellung schwerer Bodenarten hat dies den Einfluß, daß sie sich nach dem Kalken und Mergeln leichter pflügen und bearbeiten lassen.

Experimentell wurde dies durch Puchner nachgewiesen, welcher den Trennungswiderstand bei reinem Kaolin und bei mit 1 % Ätzkalk versetztem Kaolin (beide mit 22—23 Gewichtsteilen Wasser v. H.) feststellte und nachwies, daß derselbe durch den Kalkzusatz im Verhältnis von 11 870 zu 5970 abgenommen hatte.

Hollemann fand bei steifem Klayboden, daß derselbe durch Kalkzufuhr physikalisch zu verbessern war, wenn durch Kohlensäure 0,15 % und weniger an Kalkerde in Lösung gebracht werden konnte, während dies bei über 0,5 % Kalk nicht mehr der Fall war.

Bei lehmigen und thonigen Bodenarten kann dies besonders nutzbringend verwertet werden, wenn durch Mineraldüngung (Kalisalze, Salpeter), namentlich bei mangelndem Stalldünger, das sogenannte Abbinden und die obere Krustenbildung zugenommen haben, wogegen gebrannter Kalk wesentliche Dienste leistet.

Amtsrat von Zimmermann hatte einen Lehmboden in Benkendorf bei Halle 30 Jahre hindurch ohne Stallmistdüngung bewirtschaftet, wobei aber die Krustenbildung des oberen Bodens außerordentlich zugenommen hatte. Die Schwierigkeit des Pflügens und der Bestellung war so groß geworden, daß Abhilfe dringend erforderlich war. Es bedurfte einer Düngung mit 6000 kg Ätzkalk auf den Hektar, um diese Abhilfe zu schaffen und den verkrusteten Boden wieder mehr zu öffnen.

Indem sich die kalkigen Teile den thonigen innig anlegen, werden die Strukturverhältnisse und die Krümelung des Bodens wesentlich verbessert; dieser Umstand ist nicht ohne Einfluß darauf, daß ein fruchtbarer Boden in der Regel auch ein kalkhaltiger Boden ist. Es kommen hierfür also physikalische Einflüsse mit in Betracht.

4. Ätzkalk und kohlensaurer Kalk wirken entgiftend auf schädliche Boden-Bestandteile.

So wie die Gegenwart von kohlensaurem Kalk im Boden bewirkt, daß das Eisen als doppeltkohlensaures Eisenoxydul weniger in Lösung und in Bewegung kommt, so kann die Zufuhr der genannten Stoffe, namentlich von Ätzkalk, in erster Reihe mit dazu benutzt werden, um die schädlichen Stoffe zu beseitigen oder zu beschränken.

Wo saure Humusverbindungen einseitig, wie im Hochmoor, stark vertreten sind, werden sie durch kohlensauren Kalk gebunden, indem die Kohlensäure ausgetrieben wird und humussaurer Kalk entsteht.

Bei Luftabschluß ist in Thon und in an organischen Stoffen reichem und nassem Boden nicht selten durch Sauerstoffentziehung Schwefeleisen entstanden, welches an der Luft durch Sauerstoffaufnahme zur Bildung von schwefelsaurem Eisenoxyd und damit

zur Entstehung von schädlichen Verbindungen Veranlassung giebt. Die unterhalb der reichen Seemarschbildungen der Nordseeküste vereinzelt vorhandene giftige Pulvererde, sowie die unter kalkarmen Mooren lagernden, Schwefeleisen führenden Sande mögen als Beispiele dafür angesehen werden. Als die große Entwässerung des Harlemer Meeres in Holland durchgeführt wurde, zeigte der an die Luft gelangende ehemalige Seeboden an verschiedenen Stellen das Vorkommen von solchem Schwefeleisen.

Nachdem das eiserne Kabel der Seiltauerei in der Havel und in dem betr. Kanale von Spandau über Marquardt nach Ketzin in den 70er Jahren dieses Jahrhunderts gelegt war, ergab sich an denjenigen Stellen, wo der Kanal durch Moore hindurchging, daß das Kabel durch die sauren Verbindungen derselben zersetzt und angegriffen wurde. In dem benachbarten Moore wurden damals vom Verf. stark sauer reagierende Eisen- und Thonerde-Verbindungen nachgewiesen.

Solche Bildungen von Schwefeleisen können bei Luftabschluß auch in kalkreichen Ablagerungen vorkommen. Sind dieselben indessen diesem luftabschließenden Einflusse auf irgend eine Weise entzogen, so entsteht aus dem Schwefel durch Sauerstoffaufnahme Schwefelsäure, welche durch Kalk in den neutralen unschädlichen Gips übergeführt wird.

Bei Kalkmangel giebt es diesen giftigen Stoffen gegenüber keine kräftigere Abhilfe als ein stärkeres Aufbringen von Ätzkalk, wodurch die entstandene oder entstehende Schwefelsäure des schwefelsauren Eisenoxyduls oder Eisenoxyds in wasserhaltigen schwefelsauren Kalk (Gips) übergeführt und damit zu einem Pflanzennährstoffe, das Eisen aber in Form von Brauneisen ausgeschieden und damit unschädlich wird. Es kann indessen einige Zeit dauern, bis diese Entgiftung vollständig stattgefunden hat.

In ähnlicher Weise giebt es für die in Niederungen und auf Teichgrund abgelagerten kalkarmen Schlammabsätze kein wirksameres Zerstörungsmittel für pflanzenschädliche Stoffe als das Durchsetzen mit Ätzkalk. Die wertvollsten in solchem Teichschlamme enthaltenen Pflanzennährstoffe kommen ohne vorhergehende Durch-

lüftung bezw. Entgiftung nicht zur Wirkung. Es ist dabei zu empfehlen, solchen giftigen oder schädigenden Teichschlamm zur Auslaugung vor der Kalkzufuhr erst einige Zeit der Luft auszusetzen.

5. Der Ätzkalk und der kohlensaure Kalk wirken aufschließend auf die organischen und mineralischen Bestandteile des Bodens.

Es liegen von Franz Schulze bereits ältere Versuche vor, nach denen kalkarmer Humus durch Zufuhr von Ätzkalk bei Gegenwart von Sauerstoff viel rascher zersetzt wird, als ohne diese Beimengung.

In der neueren Zeit ist mehr und mehr die interessante Thatsache erwiesen worden, daß kleinste Lebewesen in Gestalt von Bakterien auf die Umsetzung der kohlenstoff- und stickstoffhaltigen organischen Stoffe zu Kohlensäure und Salpetersäure von wesentlichem Einflusse sind, wobei diese organischen Stoffe in wichtige Pflanzennährstoffe und in Lösungsmittel für andere Bodenbestandteile übergeführt werden. Es hat sich gezeigt, daß dafür die Gegenwart von kohlensauren Alkalien oder kohlensaurem Kalk von großer Wichtigkeit ist. Die Salpetersäure bezw. der entstehende Kalksalpeter ist aber die unmittelbar aufnehmbare Form eines stickstoffhaltigen Nährstoffes, so daß bei Gegenwart von organischen Stoffen im Boden durch Kalkzufuhr den Pflanzen eine wesentliche Förderung zuteil werden kann.

Wo in lehmigen und thonigen Bodenarten irgendwie aufschließbare mineralische Bodenbestandteile vorhanden sind, haben namentlich Kalkhydrat und Magnesiahydrat, wie von Beyer 1866 bis 1868 an der Versuchstation Regenwalde durch Versuche erwiesen wurde, einen großen Einfluß auf die Lösung alkalischer Stoffe. Derselbe fand, daß aus 1 kg Feldspatmehl mit 2½ Liter Wasser in Lösung gingen:

durch Kalkhydrat	0,209 g	Kali und	0,174 g	Natron,
„ Magnesiahydrat	0,359 „	„ „	0,315 „	„
„ Magnesia und Kohlensäure . .	0,312 „	„ „	0,255 „	„

dagegen

durch kohlensauren Kalk nur	0,042 g	Kali und	0,073 „	Natron,
„ kohlens. Kalk und Kohlensäure	0,067 „	„ „	0,094 „	„

Bei einer zweiten, von Fittbogen durchgeführten Versuchsreihe, ergab Magnesiahydrat wiederum die größte Menge gelöster Alkalien. Wird sie = 100 gesetzt, so ergab Kalkhydrat nur 59,0 %, kohlensaure Magnesia und Kohlensäure 38,8 %, kohlensaurer Kalk und Kohlensäure 21,8 %.

Ätzkalk geht im Boden bald in die Form des kohlensauren Kalkes über, so daß diese unmittelbare Aufschließung des feinverteilten Feldspats durch Ätzkalk im Boden nicht zu hoch, die der wasserhaltigen zeolithischen Verbindungen und des kalihaltigen Thones dagegen um so höher angeschlagen werden muß. Bei Zusatz von Ätzkalk zu Komposterden wird diese aufschließende Wirkung höher angenommen werden müssen.

Die kali- und natronhaltigen Zeolithe lehmiger und thoniger Bodenarten stellen dadurch den Pflanzen mehr aufnehmbare Alkalien zur Verfügung, während der feinverteilte Feldspat des Bodens ebenso wie gemahlener Kalifeldspat weit schwieriger lösbar zu machen ist. Die wasserlöslichen Kalidüngemittel geben durch Absorption das Kali an den Boden ab. Dasselbe wird dadurch der Lösung entzogen, um später durch die Thätigkeit der Wurzel und die Umsetzungsvorgänge im Boden der Pflanze zugänglich zu werden.

Es wird so durch Kalkzufuhr in kalkarmem Boden die normale Gärung und Aufschließung von Bodenbestandteilen und die entsprechende Ernährung der Pflanzen, wenn alle notwendigen Nährstoffe vorhanden sind, in höherem Grade sicher gestellt.

6. Der kohlensaure Kalk wirkt beschleunigend auf das Pflanzenwachstum.

In der Pflanzenentwickelung machen sich je nach Klima und Boden bei der Aufnahme der Nährstoffe und der entsprechenden Zunahme günstige oder ungünstige Perioden mehr oder weniger geltend, indem auf der einen Seite zu reichliche Niederschläge, auf der anderen zu lange anhaltende trockene Zeiten, drittens

endlich einseitige Temperaturverhältnisse das Wachstum mehr oder weniger zum Stillstand bringen. Es ist bekannt, daß nach dieser Richtung die physikalischen Verhältnisse für die Bodenbeurteilung von entscheidender Wichtigkeit sind, die je nach dem Klima in ihrer Bedeutung mehr oder weniger hervortreten. Für sandige durchlässige Bodenarten findet darin der bekannte Satz: „Das Beste ist das Wasser“, seine bestimmte Begründung.

Für den Erfolg ist von großer Bedeutung die Frage, in welchem Grade unsere Kulturpflanzen die günstigen Wachstumsperioden auszunützen, sich rasch zu entwickeln und die hinreichend und reichlich vorhandenen Nährstoffe aufzunehmen und zu verwerten vermögen.

Hierzu ist aber nicht allein das Vorhandensein der notwendigen Nährstoffe erforderlich, sondern außerdem noch von Wichtigkeit, daß die Speise gut zubereitet ist und daß es an den nötigen Lösungs- und Aufschließungsmitteln nicht fehlt.

Nach dieser Richtung hin hat nun der Kalk für viele Bodenarten eine großartige Bedeutung, wobei allerdings Bedingung ist, daß es an erster Stelle an der zuzubereitenden Speise selbst nicht fehlt, und wobei andererseits auch noch der Kalk als solcher als Pflanzennahrungsstoff wesentlich mit in Betracht kommt. Wie sehr es schon in der Periode der Keimung bei der jungen Pflanze auf die Gegenwart von außerhalb zutretender Stoffe ankommt, ist früher bereits bei Darstellung der Keimung von Gerste in destilliertem Wasser und in 0,1 prozentiger Gipslösung erwiesen worden.

Wenn man bedenkt, wie wichtig gerade die erste Entwickelung der jungen Pflanze ist, damit dieselbe sich möglichst bald aus Boden und Luft ernähren und Hindernissen den nötigen Widerstand entgegensetzen kann, so wird man nicht umhin können, gerade der jungen, sich erst bildenden Pflanze hinreichend leicht lösliche Nahrung zur Verfügung zu stellen.

1000 Teile Rotkleesamen enthalten nur 2,5 Teile Kalkerde, 1000 Teile ganz junges Rotkleeheu enthalten das zehnfache (23,5 Teile) an Kalkerde. Die Samen, welche wir aussäen, sind größtenteils so arm an Kalkerde, daß sie schon bei der Keimung für die

erste Entwickelung der grünen Blätter und für die Hervorbringung einer widerstandsfähigen Pflanze auf die lösbaren Kalkerdeverbindungen des Bodens angewiesen sind. Es kommt hierbei in besonders hohem Grade darauf an, daß die Pflanzen rasch wachsen und sowohl die vom Landwirt mit Recht so hoch geschätzte Beschattung des Bodens bieten, wie auch ein kräftiges Wurzelsystem möglichst bald ausbilden. Fehlt es hierbei an leicht löslicher aufnehmbarer Bodennahrung, worunter es neben dem im Samen reichlich vorhandenen Kali und der Phosphorsäure (1000 Teile Rotkleesamen enthalten 13,5 Teile Kali und 14,5 Teile Phosphorsäure neben 30,5 Teilen Stickstoff) wesentlich auf leicht aufnehmbare Kalknahrung ankommt, so wird die Entwickelung entsprechend zurückbleiben müssen.

Bei Beurteilung des für einen Boden nötigen Kalkgehalts wird demgemäß diesen physiologischen und biologischen Fragen weit mehr Rechnung getragen werden müssen, als es häufig der Fall gewesen ist.

7. Der Kalk wirkt anreichernd auf den Humus- und Stickstoffgehalt des Bodens.

Der vorstehende Satz mag widersinnig erscheinen, wenn man bedenkt, daß gebrannter sowie kohlensaurer Kalk auf die Beschleunigung des Umsatzes organischer Stoffe, auf Kohlensäure- und Salpetersäurebildung, von großem Einflusse sind. Trotzdem ist derselbe nach vielen Seiten hin richtig.

Zunächst mag daran erinnert werden, daß die stickstoffreicheren Moore mit 2—3 % Stickstoff in der trockenen Masse in der Regel die kalkhaltigen Grünlandsmoore, die stickstoffärmeren Moore mit 0,5—1,5 % Stickstoff dagegen die kalkarmen Hochmoore sind.

Der sogenannte organische Stickstoff, wie er in Form von eiweißartigen Verbindungen in den Pflanzen gebildet wird und in organischen Stoffen vorkommt, ist in erster Reihe derjenige, welcher in Form von dunklem Humus zur Vermehrung des Bodenstickstoffs dient, während ihn erst seine Überführung in Ammoniak

und in Salpetersäure, welche durch die Gegenwart von kohlensaurem Kalk befördert wird, zur Pflanzennahrung und damit zur Aufnahme aus dem Boden geeignet macht.

Die mit reichem und tiefgehendem Wurzelsystem ausgestatteten Pflanzen aus der Familie der schmetterlingsblütigen Gewächse (Leguminosen) sind besonders geeignet, den Boden an stickstoffreichen Stoffen anzureichern und damit als ausgezeichnete Vorfrüchte für die nachfolgenden Kulturpflanzen zu dienen, welche sich aus der sich umsetzenden reichen Wurzelmasse kräftig ernähren. Man ist in keiner anderen Weise im stande, eine so innige Durchdringung und Vermengung stickstoffreicher organischer Stoffe mit den Bestandteilen des Bodens herbeizuführen, wie es durch eine so reiche vielverteilte Wurzelmasse geschieht. Bei der Gründüngung kommt außerdem eine entsprechende oberirdische Pflanzenentwicklung noch in den Boden, wobei indessen die Vermengung keine so innige ist.

Pflanzen von großer aufschließender Kraft für wenig kalkhaltigen Boden sind Lupinen und Serradella. Kohlensaurer Kalk sagt ihnen dabei im Boden weniger zu, als die Möglichkeit, ihren nicht unbeträchtlichen Kalkbedarf (Lupinenheu enthält 8,87 Kalkerde in 1000 Teilen) aus kalkhaltigen kieselsauren Verbindungen (Silikaten) oder anderen nicht kohlensauren Verbindungen sich anzueignen. Bei an Kalk sehr verarmtem Boden können auch diese Pflanzen, welche gegen Zufuhr von kohlensaurem Kalk und Ätzkalk häufig etwas empfindlich sind und dabei eine entsprechende Kalidüngung nötig haben, sich nicht genügend entwickeln und bedürfen der Kalkzufuhr. Es ist wahrscheinlich, daß auf den bekannten Lupinenwiesen zu Lupitz (wo bereits über 25 Jahre Lupinen ohne jegliche Düngung und bloß in Kainit gebaut sind) die Lupinen schließlich wesentlich durch Kalkarmut zu Grunde gehen werden, da der Lupitzer Boden, wie die angegebene Analyse (S. 58) beweist, an und für sich sehr kalkarm ist. Nach den im agronomisch-pedologischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule angestellten Untersuchungen ist der Kalkerdegehalt des Samens, welcher 1891 von diesen Lupinenwiesen geerntet wurde, von 0,31 % (Durch-

schnitt) bereits auf 0,24 % zurückgegangen. An Phosphorsäure enthielt der betr. Lupitzer Samen 1,38 % (Durchschnitt nach E. Wolff = 1,6 %), an Kali 1,19 % (Durchschnitt 1,28 %).

Bei den Kleepflanzen, bei Luzerne, Esparsette mit ihrem außerordentlich reichen Wurzelsystem ist im Gegensatz hierzu ein gewisser Gehalt an kohlensaurem Kalk sehr wichtig, um diese Anreicherung mit stickstoffreichem Humus im Boden zu erreichen und außerdem hohe Erträge an Grünfutter oder Trockenfutter mit hohem Eiweißgehalt zu erzielen. Indem die Bestandteile dieses Futters mit dem Dünger dem Boden wesentlich wieder zu gute kommen, ist die große Vermehrung des Stickstoff-Kapitals im Boden und damit in der ganzen Wirtschaft in nicht zu kostspieliger Weise möglich, wodurch auch die Erträge des Halmgetreides und der Hackfrüchte wesentlich gesteigert werden können. Es ist dabei allerdings daran zu erinnern, daß es hierzu an der nötigen Beigabe an Kali und Phosphorsäure nicht fehlen darf.

Gerade in der Gegenwart ist auf diese Art der Verbilligung des landwirtschaftlichen Betriebs, worauf Dr. Schultz-Lupitz seit Jahren eindringlich aufmerksam gemacht hat, ein ganz besonderer Wert zu legen. Jedem Landwirt sollte die möglichst ökonomische Gestaltung seiner Betriebsleitung, namentlich in Bezug auf die Fruchtfolge und Düngung, zur eingehendsten Erwägung empfohlen werden.

Durch die Schrift von Heyden: Wie wird schwerer roher Boden (Neuland) fruchtbar gemacht?, in welcher die große Bedeutung erheblichen Kalkgehalts im Interesse des Futterbaues als wichtigste Aufgabe besonders nachgewiesen wird, ist die durch starke Kalkzufuhr in Ackerkrume und Untergrund eintretende Anreicherung des Bodens an Stickstoff festgestellt worden. Bei rohem, kalkarmem, unaufgeschlossenem gebundenem Lehmboden ist neben Entwässerung die Zufuhr größerer Mengen gebrannten Kalks die wichtigste Maßregel, welche mit ihm überhaupt vorgenommen werden kann. Dadurch wird Kultur in den Grund und Boden gebracht und sein Gehalt an Humus wesentlich gesteigert.

Ebenso ist im Lupitzer Boden Stickstoffvermehrung infolge

von Mergelung und Düngung mit Kali und Phosphorsäure nachgewiesen, obwohl der Betrieb im wesentlichen der einer Handelswirtschaft ist und wenig Vieh gehalten wird.

Luzerne und Esparsette haben in Jahren der Dürre und Not oft Außerordentliches geleistet und sind ein großes Hilfsmittel zur Hebung der Wirtschaft. Bei der Tiefe und dem Umfange ihrer Bewurzelung sind sie widerstandsfähig gegen Dürre und können durch Kalk, Kali und Phosphorsäure in ihrer Entwickelung wesentlich gesteigert oder auf gewissen Böden anbaufähig gemacht werden.

Die Anlage von Kulturen mit diesen sogenannten perennierenden Futterkräutern, wo sie wirtschaftlich möglich ist, spielt deshalb eine so große Rolle, daß überall wiederholt geprüft werden sollte, ob dieselbe mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln der Düngung nicht zu erzielen ist. In den warmen Gegenden der Erde, schon in Südeuropa, tritt diese große Leistungsfähigkeit der Luzerne ganz besonders hervor. Als Verfasser im warmen Herbst 1887 die malerisch oberhalb Florenz gelegenen Hügel von San Miniato besuchte, waren fast alle Bodenpflanzen, namentlich alle Gräser, vertrocknet, die Luzerne indessen leuchtete dazwischen in vollem, saftigem Grün. Die Futternotjahre von 1892 und 1893 haben dies in Deutschland vielfach bewährt. Und wenn in Zeiten der Dürre diese perennierenden Futterkräuter ebenfalls zu einem gewissen Stillstande der Entwicklung kommen, so vertrocknen sie nicht, wie es bei Klee vorkommt, wachsen vielmehr nach eintretendem Regen entsprechend weiter und geben noch Ertrag, wo der Klee versagt.

Wenn deshalb in Pachtverträgen der Anbau dieser Pflanzen wohl vertragsmäßig vorgeschrieben ist — wie weit das berechtigt und zweckmäßig, ist hier nicht zu erörtern —, so hat das darin seinen Grund. Namentlich die Luzerne ist wohl mit Recht als die Königin unter den Futterkräutern bezeichnet worden, durch deren Anbau die kalkhaltigeren Schichten des Untergrundes, welche in vielen Gegenden vorhanden sind, auch wenn oberhalb der Kalk durch Auslaugung verloren gegangen ist, ausgenutzt werden.

Daß auf kalkarmem, sandigem Oberboden der mehrjährige Anbau von Lupine im Wechsel mit Kartoffeln bei tiefer Pflug-

furche und entsprechender Stallmistdüngung benutzt werden kann, um dem rohen Boden Kultur und die entsprechende Vorbereitung zu geben, daß nach starker Mergelung die Luzerne wächst, hat Neuhauß-Selchow auf dem märkischen Boden der Berliner Umgegend vor Jahrzehnten bereits nachgewiesen. Der dadurch zu erzielende Anbau von nährkräftigem und billigem Futter auch auf dem leichten norddeutschen Boden ist eine der letzten Mahnungen vor seinem Tode gewesen, welche er in dieser für die Landwirtschaft so schwierigen Zeit den Mitgliedern des Teltower landwirtschaftlichen Vereins zu Berlin nahe zu legen suchte.

Daß dieses Tiefenwachstum der Tiefwurzler und die Anreicherung des Untergrundes mit stickstoffreichen Wurzelrückständen auch für die flacher wurzelnden Nachfrüchte von förderlichem Einflusse sein muß, und daß dieselben dadurch gleichfalls veranlaßt werden, tiefer in den Boden einzudringen, wie es Schultz-Lupitz nach Lupinen als Vorfrucht gefunden hat, ist begreiflich Hierdurch ist es auch zu erklären, daß auf dem norddeutschen leichten Boden nach einer gut bestandenen Gründüngungspflanze häufig eine bessere und reicher tragende Kartoffel wächst, als nach Stalldünger, und daß Klee und Luzerne ausgezeichnete Vorfrüchte für Hackfrüchte sind. Dieser große Segen des Fruchtwechsels und die hohe Bedeutung der tief wurzelnden und stickstoffreichen Blattfrüchte werden noch nicht überall hinreichend gewürdigt. Es wird durch deren Anbau ohne viele Kosten ein Kapital von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen angesammelt, welches in den Nachfrüchten hoch verwertet werden kann. Die von Hugo Thiel herausgegebenen Wandtafeln haben schon vor 20 Jahren auf die unterirdische Entwickelung und ihre große Bedeutung hingewiesen. Ebenso ist schon seit länger als 10 Jahren von dem Verfasser im Museum der landwirtschaftlichen Hochschule ein besonderes „Wurzelherbarium" aufgestellt worden.

VI. Wann ist ein Boden kalkarm?

1. Der Boden ist kalkarm, wenn aus demselben entquellendes braunes, humushaltiges Wasser durch buntschillernde Regenbogenfarben an der Oberfläche und durch Ausscheidung von Eisenocker auf die Herrschaft des Eisens im Boden hinweist.

Die aus Hochmooren, kalkarmen Gebirgsmooren und humosen Waldgebieten kalkarmer Formationen hervorgehenden Wasserläufe zeigen durch die buntschillernde Regenbogenhaut ihrer Oberfläche den Übergang gelöster Eisenoxydulverbindungen in Eisenoxydverbindungen mit mehr Sauerstoff. Vielfach ist damit die Ausscheidung von Eisenocker verknüpft. Die große Kalkarmut ist der Grund, daß das Eisen in Bewegung gerät (s. oben S. 43—48).

2. Der Boden ist kalkarm, wenn in Bewegung befindliche Eisenverbindungen zur Ausscheidung von Brauneisen in Körnern und Streifen, als eisenverhärteter Sand und Eisenortstein, als Eisenschuß und Raseneisenstein im Untergrunde, Veranlassung gegeben haben.

Es ist früher weitläufig ausgeführt worden, wie die im Boden vor sich gehenden natürlichen Prozesse von bestimmten Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf Kalk und Eisen beherrscht werden. Namentlich macht sich nach erfolgter Auslaugung des kohlensauren Kalkes durch atmosphärische Einflüsse nicht selten die Bildung von Eisersand, Eisenschuß und Raseneisenstein bemerklich, und diese Bildungen können der Pflanzenentwickelung sehr nachteilig werden. In der Praxis sind denn auch eisenschüssige Bodenarten und alle Übergänge dazu meist sehr gefürchtet und deuten in der Regel auf Kalkarmut bezw. auf die Notwendigkeit der Regelung der Umsetzungen des Bodens durch künstliche Zufuhr von Kalk hin. Die Phosphorsäure wird bei der Bildung dieser Bodenarten unlöslicher. Dabei ist ein Unterschied zu machen, ob solche Eisenschußbildung in einem an sich reichen Boden, z. B. in dem reichen Schlickboden des

Oderbruchs, oder in einem von Natur armen Boden stattgefunden hat, bei dem diese Nachteile natürlich besonders stark hervortreten.

Was die Würdigung von eisenschüssigen Bodenarten anbetrifft, so hat man, namentlich auch in wissenschaftlichen Kreisen, Eisenschuß und Eisenreichtum im Boden mehrfach als gleichbedeutend angenommen. Es kann ein eisenschüssiger Boden reich an Eisen sein, indessen braucht umgekehrt ein eisenreicher Boden durchaus nicht eisenschüssig und wenig fruchtbar zu sein; er kann im Gegenteil sehr fruchtbar sein. Verf. will zum Nachweise davon nur auf manche fruchtbare und viel Eisen enthaltenden Bodenarten des Basalts und auf den eisenreichen fruchtbaren Nilschlamm Ägyptens aufmerksam machen.

Während der Eisenschuß offenbar von dem unregelmäßigen Eindringen der beweglichen Eisenverbindungen in Bodenarten seinen Namen hat und auch äußerlich kenntlich ist, läßt der Eisengehalt von fruchtbarem gesundem Boden diese einseitige Ausscheidung nicht erkennen. Die Anreicherung des Brauneisens im Eisersand des Untergrundes, zum Teil nur in dünnen unregelmäßig verlaufenden Verkittungen dieser Art, deutet in der Regel auf Kalkarmut hin.

Bei naßgründigen, thonigen oder schluffigen Grundlagen ist der Wechsel von Brauneisen, zum Teil in Schnüren, Punkten und Körnern ausgeschieden, mit grauen bis blaugrauen Bodenarten, welche Eisenoxydulverbindungen enthalten, für diese Kalkarmut häufig bezeichnend; in der Beurteilung derartiger Bodengrundlagen ist Vorsicht geboten. Das Lockern mit dem Untergrundpfluge ist bei solchen verschlossenen Bodenarten eine wichtige Maßregel, um bessere Durchlüftung und tieferes Eindringen der Wurzeln herbeizuführen und das spätere Tiefpflügen vorzubereiten.

3. Der Boden ist kalkarm, wenn durch Heidehumus verkitteter Sand (Humusortstein) in für die Wurzeln schwer durchgängiger Schicht im Untergrunde auftritt.

In den Sanden Norddeutschlands ist diese Verhärtung des Untergrundes durch Heidehumus zu einer für die Wurzeln un-

durchgängigen Bildung in der Regel das Zeichen für große Kalkarmut und Ausmagerung, wie aus der betreffenden Analyse auf Seite 65/66 bestimmt hervorgeht. Die organischen Stoffe machen ihren lösenden Einfluß auf die kalkhaltigen kieselsauren Verbindungen, auch auf die kieselsauren Alkalien, in hohem Grade geltend. Es ist deshalb bei derartigen Kennzeichen in der Regel an einen an Mineralstoffen sehr verarmten, namentlich auch sehr kalkarmen Boden zu denken. In dem humosen Oberboden ist der Stickstoff nicht selten stärker vertreten, der dann durch Kalkzufuhr rascher in Umlauf kommt.

Der bleigraue Untergrundsand der Lüneburger Heide („Bleisand") bezeichnet die unter dem Einflusse dieser Auflösungs- und Verwitterungsvorgänge stark verarmten Sande, wie sie in den Heidegegenden häufig sind. In seiner extremen Zusammensetzung ist derselbe der deutlichste Beweis dafür, welcher Segen für die Kultur aus der Erschließung mineralischer Düngemittel mit Kalk, Kali und Phosphorsäure für ganze Gegenden unseres Vaterlandes hervorgegangen ist.

4. Der Boden ist kalkarm, wenn kalkarme säureliebende Pflanzen und saures Futter darauf wachsen.*)

Wenn auf den Bodenarten vieler Gegenden der Rotklee kein rechtes Gedeihen zeigt und in den Lücken des ungenügenden Bestandes sich der kleine Sauerampfer (rumex acetosella) reichlich entwickelt, eine Pflanze mit rotbrauner Färbung, welche häufig unter dem Namen „Röte" bekannt ist, so werden diese Bodenarten in der Regel als für den Rotklee zu kalkarm und meist als überhaupt kalkarm angenommen werden müssen. Auf nicht drainiertem, aber entwässerungsbedürftigem Boden tritt das häufig sehr hervor. Als „saures Feld" wird häufig solcher Boden bezeichnet, in welchem bei wenig Kalk saurer Humus vorhanden ist.

In dem Sauerampfer und nahestehenden Pflanzen ist die Bin-

*) Nasse, unter Wasser liegende Bodenarten sind dabei auszunehmen.

dung der beim Pflanzenwachstum in den Zellen entstehenden Pflanzengifte, wie Oxalsäure und oxalsaure Alkalien, welche viele unserer Kulturpflanzen schädigen, durch Kalk weniger erforderlich. Weil auf derartigem kalkarmem Boden unsere Kulturpflanzen sich nur kümmerlich und ungenügend entwickeln, so sind alle andern Pflanzen, welche darauf noch freudig gedeihen, in ihrem Wachstum bevorzugt und geben zur Verunkrautung Veranlassung.

Ferner treten auf kalkarmem Boden noch andere Unkräuter, wie Ackerspörgel, Wucherblume (böse Blume, Chrysanthemum segetum) u. a. vereinzelt oder häufiger auf. Die genannte Wucherblume ist ein meist schwer zu vertilgendes Unkraut, zu dessen Beseitigung früher im Braunschweigschen besondere Kommissare regierungsseitig ernannt wurden. Neben starkem Anbau von Winterfrucht und Hackfrucht spielt bei ihrer Ausrottung eine starke Kalkung behufs Kräftigung des Wuchses der Kulturpflanzen eine wichtige Rolle. Daß es dabei an den übrigen Nährstoffen nicht fehlen darf, ist bereits hinreichend erörtert worden.

Im Gegensatz hierzu findet man auf den kalkhaltigen Bodenarten in der Regel sowohl eine andere wildwachsende Flora, als auch unter gleichen Verhältnissen eine ganz andere Entwicklung unserer Kulturpflanzen, namentlich der Kleepflanzen und der meisten Hülsenfrüchte.

Huflattich und wilde Brombeere sind als sichere Kalk- und Mergeldeuter nicht anzuerkennen, sie haben vielmehr, nach dieser Richtung hin verwertet, nicht selten zu Täuschungen Veranlassung gegeben. Sie kommen indessen auf den oberhalb entkalkten, lehmigen Mergelgrundlagen in der norddeutschen Ebene u. a. a. O. häufig vor. Physikalische und chemische Fragen wirken hier vielfach zusammen, jedenfalls aber spielen die durch Kalk herbeigeführten chemischen Umsetzungen im Boden eine große Rolle: das wird aus den bisherigen Auseinandersetzungen sich deutlich genug ergeben haben. Den Bestand der Pflanzen und die wild wachsende Flora nur aus den physikalischen Eigenschaften kalkhaltiger Bodenarten erklären zu wollen, ist nicht richtig.

H i l g a r d macht für Nordamerika noch darauf aufmerksam,

daß die ganze äußere Gestaltung der Bäume in den kalkhaltigen Gegenden, sowohl in trockenen wie in feuchten, sich in einem niedrigeren Wuchse und einer mehr gerundeten Form bemerklich mache. Die Baumwollstaude im Thalgrunde wächst zu üppig und ohne Kapseln, am kalkhaltigen Thalrande dagegen trägt sie reichlich Kapseln.

VII. Die Untersuchung des Bodens auf Kalk.

1. Die Probenahme.

Es ist stets zweckmäßig, vor der Aufnahme eines Bodens festzustellen, auf welchen Gesteinen und Grundlagen er sich aufbaut und durch Verwitterung und Umbildung hervorgegangen ist. An senkrechten Durchschnitten oder beim Aufgraben von Gruben von 1,5 m Länge, 0,5 m Breite und bis 2 m Tiefe lassen sich die gleichartigen Bodenschichten, von denen eine Durchschnittsprobe zu entnehmen ist, am besten übersehen. Die alte Vorschrift, vom ersten, zweiten, dritten, vierten, fünften Fuß u. s. w. eine Probe zu nehmen, kann zu einem großen Durcheinander verschiedenartiger Schichten führen. Hat man ein offenes Profil, so ist es leicht, von der einzelnen Schicht ein Durchschnittsmuster (einige Kilogramm) zu entnehmen, das dann, gut bezeichnet, mit Angabe des Profilzeichens und der Profilnummer, in Beuteln aufzubewahren ist. Da auf derselben Breite kalkarme und hinreichend kalkhaltige Stellen vorkommen, so ist das Vermischen verschiedener Bodenproben zu verwerfen.

2. Die Bestimmung des Kalkes im Boden durch Analyse.

Bekanntlich spielt bei der Wertschätzung des Bodens auch die Benutzung der Säureflasche eine wichtige Rolle. Durch Übergießen mit der billig zu habenden verdünnten Salzsäure kann sowohl in der Oberkrume wie in den Untergrundschichten leicht festgestellt werden, ob dabei Aufbrausen stattfindet, was in der Regel auf das Vorhandensein von kohlensaurem Kalk schließen läßt. In den naßgründigen Schlickschichten der Niederungen, wie bei Meeresthon, kann das

Aufbrausen auch auf Entwicklung von Schwefelwasserstoff, in nassen kalkarmen Mooren auf kohlensaures Eisenoxydul schließen lassen. Bodenarten, welche aus Dolomit (kohlensaurem Kalk mit kohlensaurer Magnesia) hervorgegangen sind, zeigen hierbei in der Kälte ein wesentlich langsameres Aufbrausen als kohlensaurer Kalk; bei ihnen muß erst Erwärmung stattfinden, damit die Kohlensäure rascher abgegeben wird. Fein verteilte kohlensaure Kalkerde im Boden und Untergrund ist für die Kalkaufnahme, die Thätigkeit und die Umsetzungsprozesse des Bodens von besonderem Werte. Kommt dieser kohlensaure Kalk in Form von grobem Sand, Grand und Steinen vor, so ist er von geringerem Einflusse und den Pflanzenwurzeln weniger zugänglich. Nicht selten findet dann beim Aufgießen von Salzsäure ein mehr teilweises Aufbrausen dieses Bodens statt.

Weit weniger wirksam ist im Boden der kieselsaure Kalk in Form von Doppelverbindungen (Kalkfeldspat, Augit, Hornblende), da derselbe nur allmählich zersetzt und in die löslichere Form anderer Kalkverbindungen übergeführt wird, mögen diese letzteren nun wasserhaltige Silikate (Zeolithe) oder kohlensaurer Kalk und humussaurer Kalk sein Die zuletzt genannte Verbindung ist die Kalkform vieler Moore, häufig allein oder begleitet von kohlensaurem Kalk.

Es liegt in der Natur der Verwitterungs- und Aufschließungsverhältnisse des Bodens im Allgemeinen, daß bei günstigen physikalischen Eigenschaften der aufschließbare, den Pflanzen zugängliche Anteil ein höherer sein muß; dieser Grundsatz wird daher auch auf die Kalkverbindungen, wie überhaupt auf die ganze Bodenbildung angewandt werden können.

Im einzelnen ist dies naturgemäß zu berücksichtigen bei der verschiedenen Natur der chemischen Verbindungen. Nach einer starken Mergelung oder Kalkung ist mehr kohlensaurer Kalk im Boden vorhanden, was er durch Aufbrausen mit Säuren verstärkt anzeigen wird. Im Laufe der Zeit geht dieser kohlensaure Kalk durch Auslaugung und Verbrauch seitens der Pflanzen verloren und es ist dann der nicht aufbrausende, schwerer lösliche, kiesel-

saure Kalk wieder stärker vertreten. Ist der letztere in größerer Menge im Boden vorhanden, so wird auch für den Bedarf der Pflanze genügend zur Verfügung stehen und zwar bei gleicher Menge in dem unthätigeren Thonboden weniger, als in thätigem Lehm und namentlich in sandigem Lehm.

Aus dem Angeführten geht hervor, daß es schwer hält, auf Grund der durch kochende oder kalte Salzsäure aufgelösten Kalkerde das Kalkbedürfnis eines Bodens nach überall einheitlichen Zahlen festzustellen.

In der Regel wird man für unser Klima folgendes annehmen können:

Beträgt der Gehalt von in kochender Salzsäure löslicher Kalkerde (CaO) nur 5 Teile und weniger in 10000 Teilen Boden (0,05 %), so ist derselbe für unsere Kulturverhältnisse als kalkbedürftig anzusehen.

Bei 10 Teilen Kalkerde in 10000 Teilen Boden (0,10 %) sind die Kleepflanzen, Erbsen und Bohnen und andere kalkliebenden Pflanzen noch unsicher. Für höhere Erträge ist Kalkzufuhr unentbehrlich.

Bei 25 Teilen Kalkerde in 10000 Teilen Boden wird dem Kalkbedürfnis unserer Kulturpflanzen um so mehr genügt, je leichter aufschließbar diese Verbindungen sind. Bei dem Hochmoorboden von Oldenburg sind 0,18—0,20 % Kalkerde noch viel zu wenig, und ohne Kalkzufuhr ist lohnend nicht zu wirtschaften. Der Thonboden der Holsteiner Wilster-Marsch ist mit 0,12 % Kalkerde als entschieden kalkarm anzusehen. Wird der Gehalt an Kalkerde auf 50 Teile auf 10000 Teile Boden gesteigert, so wird dadurch den Kleepflanzen die nötige Kalknahrung mit größerer Sicherheit zur Verfügung gestellt. Daß hierbei die Natur des Bodens, ob Thonboden oder Sandboden, mit in Betracht kommt, ist außer Zweifel. So macht Hilgard für amerikanische Bodenarten darauf aufmerksam, daß bei Thonboden der Kalkgehalt höher sein muß, wenn es sich in der Flora bemerklich machen soll. Sehr schwerer Thonboden trägt nach demselben noch bei 0,5 % Kalk keine Kalkpflanzen, während Sandboden schon bei 0,15 %, leichter

Lehmboden bei 0,25 % Kalkgehalt „Kalkwuchs" zeigen. Bei jedem Boden mit über 0,75 % Kalk ist Kalkwuchs bemerklich, und schon bei 2 % das Maximum der Wirkung. Zahlreiche vom Verf. ausgeführte Bodenanalysen beweisen, daß niedrige Kalkzahlen weit häufiger sind als man früher annahm, und daß vielfach ganze Gegenden als der Kalkzufuhr bedürftig angesehen werden müssen. Diese Kalkarmut ist an manchen Stellen durch die chemische Analyse unmittelbar nachgewiesen. So wurden im Laboratorium des Verfassers bei einer größeren Herrschaft in den östlichen Provinzen in den Höhenschlägen, deren Boden aus Geschiebemergel hervorgegangen war, nur etwa 0,05 %, in den sandigen Niederungsschlägen gar nur halb so viel Kalkerde nachgewiesen. Das ist so wenig, daß zunächst die Kalkdüngung die allerwichtigste Kulturmaßregel ist.

Eine sehr umfangreiche Untersuchung des Bodens auf Kalk ist in der neueren Zeit von Soxhlet für die verschiedenen Gegenden Bayerns ausgeführt worden, zum Teil auf Gesamtkalk, zum Teil auch blos auf kohlensauren Kalk. Von 1014 untersuchten Bodenproben enthielten 113 Proben unter 0,1 % Gesamtkalk, von denen 18 mit nur 0,025 % Gesamtkalk waren. Diese 113 Proben sind der Kalkzufuhr als dringend bedürftig anzunehmen, als kalkarm ferner die 191 Proben, welche 0,1—0,2 % Gesamtkalk enthielten. Von den über 0,2 % Gesamtkalk führenden Bodenarten sind sehr viele noch als kalkbedürftig und als dankbar gegen Kalkzufuhr anzusehen. Der Gehalt an Kalkerde, die an Kohlensäure gebunden ist, ist oft nur ein kleiner Bruchteil vom Gesamtkalk.

Eine neuere Untersuchung von Dr. Schulze über den Boden Schlesiens hat gezeigt, daß über die Hälfte davon als der Kalkzufuhr bedürftig, ohne dieselbe als unlohnend zu betrachten sei. Wie notwendig ist es also überall, dies durch Versuche klar zu stellen!

Da die Kalkzufuhr in manche Wirtschaften große Schwierigkeiten macht, so sollte dieser Frage allgemein bei der Abschätzung, bei Kauf und Pacht weit mehr Rechnung getragen werden, als es geschieht. Die wirtschaftliche Zufuhr von Kali und Phosphorsäure ist oft viel leichter als die Abhilfe der Kalkarmut. Namentlich

bei von der Eisenbahn entfernt liegenden Gütern, bei schlechten und steilen Wegen u. a. m. ist das oft von großer Wichtigkeit und in früheren Zeiten noch mehr hervorgetreten als jetzt. Beispielsweise mußte auf einem bekannten Gute in der Lausitz, als sich vor 40—50 Jahren herausstellte, daß der im Untergrunde vorausgesetzte Diluvial-Lehmmergel nicht oder nur ungenügend vertreten war, der gebrannte dolomitische Graukalk aus dem Königreich Sachsen mit der Eisenbahn und auf 5 Meilen schlechten Sandweges mit großen Kosten herbeigeschafft werden.

In wie hohem Maße in dieser Hinsicht die chemische Analyse zur Klarstellung beitragen kann, möge noch daraus hervorgehen, daß kürzlich ein umsichtiger Landwirt der Berliner Gegend mitteilte, daß er ein Gut in Pommern nicht gekauft haben würde, wenn er vor dem Kauf rechtzeitig die Bodenanalyse auf Kalk hätte anstellen lassen, welche erst nachträglich entschieden Kalkarmut nachwies.

3. Feststellung der Kalkarmut und der Gegenwart von schädlichen Stoffen durch Topfversuche.

Bei Verbesserungen des Oberbodens durch Zufuhr von Bodenarten aus dem Untergrunde, z. B. von Sand zum Bedecken der Moore, von unter Wasser liegendem Wiesenkalk, Seeschlick und Teichschlamm, besteht die einfachste und leichteste Art der Feststellung, ob pflanzenschädliche oder -tötliche Stoffe vorhanden sind, darin, daß der zu prüfende und anzufeuchtende Boden in kleinen Behältern, Töpfen, Scherben u. dergl. mit einigen gequellten keimfähigen Haferkörnern besetzt wird. Sind pflanzentötliche Stoffe vorhanden, z. B. Schwefeleisen und das daraus hervorgehende schwefelsaure Eisenoxyd, so wird der Keim überhaupt nicht oder nur kümmerlich zum Vorschein kommen. Da die betreffenden schädlichen und unschädlichen Bodenbildungen des Untergrundes oft sehr wechseln, so kann dadurch jedermann in sehr einfacher Weise eine derartige „chemische Analyse“ der Bodenarten durch die Pflanzen selbst vornehmen. In gesundem Boden wird die Keimpflanze bald ihre Blattspitzen kräftig in die Höhe treiben, wie es bei dem kalkhaltigen Sande und Grande der Fall ist, welcher deshalb zur Über-

deckung bei Moordammkulturen auch unter dem Moore weg benutzt werden kann. Bei Kalkarmut dagegen ist der Untergrundsand unter Moor nicht selten schwefeleisenhaltig, und das Aufbringen desselben auf das Moor gefährdet den Erfolg der Kultur und muß häufig nachträglich erst durch Düngung mit erheblichen Mengen Ätzkalk oder kohlensaurem Kalk wieder gut gemacht werden.

In ähnlicher Weise kann auch das größere oder geringere Kalkbedürfnis des Kulturbodens an dem Wachstum der Pflanzen gemessen werden, wenn ihm in Töpfen oder sonstigen Behältern gebrannter Kalk oder Mergelkalk zugegeben und innig untergemischt wird, und zwar zu schwerem Boden gebrannter Kalk, zu leichtem Boden Mergelkalk. Dies kann entweder unmittelbar ohne andere Beidüngung geschehen, oder es wird vorher auf 1 kg Boden $^1/_4$ g Thomasmehl und $^1/_4$ g Kainit innig beigemengt. Man giebt auf 1 kg Thon- oder Lehmboden 2 g Ätzkalk (er wird mit Wasser zu trocknem Pulver gelöscht), auf 1 kg leichten Boden 8 g kohlensauren Kalk in Form von Mergelkalk, wobei derselbe ebenfalls innig mit dem Boden vermengt wird. Ein Topf oder Behälter von 4 kg Boden würde demnach die vierfache Menge erhalten. An den nötigen Stickstoffverbindungen darf es dabei nicht fehlen. Man kann darauf im Herbst Winterweizen oder Winterroggen, im Frühjahr Hafer, Klee, Bohnen, Erbsen einsäen, immer im Vergleich mit nicht gekalkten oder gemergelten Töpfen, die also kalkarmen oder auf den Kalkgehalt zu prüfenden Boden enthalten. Werden die Töpfe im Garten in den Boden eingegraben und erhalten sie das nötige Wasser, so kann über Kalk- und Düngebedürfnis des Bodens an dem Maßstabe der darauf sich entwickelnden Kulturpflanzen mit den geringsten Kosten ein gewisser Anhalt gewonnen werden. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß es gärtnerische Versuche sind, welche mit denjenigen im freien Felde nicht völlig vergleichbar sind.

4. Die Feststellung der Kalkarmut durch Feldversuche.

Es ist häufig zu beklagen, daß bei dem Antritt von Gutswirtschaften nicht von vornherein diejenigen Kulturfragen auf prak-

tische Weise geklärt werden, welche für den Erfolg der Bewirtschaftung von entscheidender Bedeutung sind.

Jeder Landwirt ist im eigenen Interesse verpflichtet, alle diejenigen Methoden des Feldbaues auf ökonomischem Wege, d. i. mit nicht zuviel Unkosten für sich festzustellen, durch welche er wirtschaftliche Erfolge erzielen kann. Dazu gehört auch die Anlage von Versuchsfeldern. Durch solche Versuchsfelder ist zu bestimmen, welches die für den Feldbau lohnendsten Sorten der Kulturpflanzen sind. Da auf Anbau und Züchtung nach Leistung immer mehr Wert gelegt werden muß, so ist die Bestimmung der für den Anbau lohnendsten Sorten eines Gutes von großer Wichtigkeit.

Zu den durch Feldversuche festzustellenden wichtigen Fragen gehört auch die Frage des Düngerbedürfnisses, insbesondere auch mit Bezug auf Kalk.

Jeder Landwirt, welcher ein Gut kauft oder pachtet, sollte deshalb sofort durch solche mit geringen Unkosten durchzuführenden Versuche diese wichtige ökonomische Frage für sein Gut klarlegen. Nicht selten ist dies viel zu spät geschehen. Gleichzeitig sollte dabei festgestellt werden, in welcher Weise bei Kalkarmut die Zufuhr von Kalk am billigsten und besten stattfindet.

B. Die Ausführung der Düngung mit Kalk und Mergel.

VIII. In welcher Form soll der Kalk dem kalkbedürftigen Boden zugeführt werden?

Die für die Kalkzufuhr hauptsächlich in Betracht kommenden Kalkformen sind gebrannter Kalk und kohlensaurer Kalk in der Form von Mergel, gemahlenem Kalkstein und dergleichen. Bei der Wahl der verschiedenen Formen wird es darauf ankommen, welche Zwecke bei der Kalkzufuhr an erster Stelle erzielt werden sollen. Auch der gebrannte Kalk geht im Boden in kurzer Zeit meist in kohlensauren Kalk über; bei seiner außerordentlich feinen Verteilung im Boden aber kommt derselbe zu rascherer Wirkung als kohlensaurer Kalk, der ungebrannt aufgebracht wurde. Unter Umständen kann jedoch die Wirkung auch eine zu kräftige und zu rasche, und eine weniger beschleunigte vorzuziehen sein. Dr. Salfeld in Lingen fand, daß durch Herbstdüngung mit 500 kg Ätzkalk auf ¼ ha Sandboden zu Erbsen, außerdem mit 250 kg Kainit und 100 kg Thomasmehl, eine nachteilige Wirkung deshalb eingetreten war, weil die für Leguminosen wichtigen Wurzelbakterien im Boden dadurch abgetötet und die stickstoffanreichernde Thätigkeit derselben gehemmt wurde.

Im Vergleichsanbau waren die Erbsen nach Westerweyher Mergel tiefgrün und reich an Wurzelknöllchen, nach Ätzkalk aber gelb und arm daran; die gemergelten Erbsen ergaben 614,5 kg Erbsenkörner, die gekalkten nur 201,6 kg. Dr. Salfeld empfiehlt deshalb, daß

man in solchen Fällen lieber zu der vorhergehenden Halmfrucht kalkt als unmittelbar zu den Erbsen*).

Es mag hier sogleich daran erinnert werden, daß, sofern Ätzkalk nach dem Zerfallen zu staubförmigem Kalkhydrat längere Zeit ausgestreut oben auf dem Boden liegt oder ganz flach eingeeggt wird, z. B. auf jungen oder älteren Kleegrasfeldern, auf Luzerneschlägen u. a., er die ätzende Wirkung verliert und in kohlensauren Kalk übergeht, was bei der Verwendung auf leichten sandigen Bodenarten unter Umständen Beachtung verdient. Das Abtöten von Wurzelbakterien wird dann viel weniger leicht vorkommen.

Auf der anderen Seite hat gebrannter Kalk, in ätzendem Zustande innig mit dem Boden vermengt, namentlich bei Thon- und saueren Böden eine stark aufschließende und entsäuernde Wirkung. Bei den zahlreichen Vorgängen im Boden, durch welche Kohlensäure gebildet wird, kann sich naturgemäß die ätzende Form nicht lange halten. Hauptrücksicht beim Einbringen in den Boden, wie wir noch sehen werden, ist, daß er möglichst in trockenem Zustande dem Boden innig beigemengt wird.

Für die Ernährung der Pflanzen kommt demgemäß sowohl bei der Verwendung von Ätzkalk, wie bei derjenigen von Mergel die Form des kohlensauren Kalks, zum Teil diejenige des daraus mit stickstoffhaltigen Stoffen gebildeten Kalksalpeters, bezw. des schwefelsauren und phosphorsauren Kalks in Betracht, es wird indessen der aus Ätzkalk gebildete kohlensaure Kalk rascher wirken als der rohe kohlensaure Kalk des Mergels und des gemahlenen Kalksteins. Diese Wirkung des kohlensauren Kalks und der durch Neubildung als Pflanzennahrungsstoffe daraus hervorgegangenen betreffenden Kalkverbindungen kommt bei allen kalkarmen oder kalkbedürftigen Bodenarten, bei Thonboden wie bei Sandboden, in Betracht.

---

*) Im Abschnitt C über den Erfolg der Kalkdüngung wird dieser interessante Vergleichsanbau noch besonders zu berühren sein.

Anders ist es mit der lösenden, entsäuernden, aufschließenden und mechanisch umändernden Wirkung des kohlensauren Kalks bezw. Ätzkalks. Diese kann der Natur der verschiedenen Bodenarten entsprechend nur da vor sich gehen, wo, wie im Thonboden, aufschließbare Bestandteile vorhanden sind, wo Säure zu binden ist, wo vorhandene stickstoffhaltige Stoffe durch den Nitrifikationsprozeß bei Anwesenheit von Kalkerde in Kalksalpeter übergeführt werden können, endlich, wo die physikalische Bodenbeschaffenheit der Art ist, daß mechanische Änderungen der Umlagerung, der Krümelung, der Porosität, möglich sind. Je mehr ein Boden aus Sand, namentlich aus Quarzsand besteht, um so weniger wird von einer aufschließenden Wirkung die Rede sein können. Zur Bildung von Kalksalpeter müssen stickstoffhaltige organische Stoffe (Humus) oder Ammoniakverbindungen vorhanden sein, wie es in den anmoorigen Sanden und in dem mit organischen Stoffen angereicherten Boden der Fall ist. Durch die Bildung von Kalksalpeter, durch die Zersetzung des Humus zu Kohlensäure und Wasser wird dann zunächst auf eine Verminderung der organischen Stoffe hingewirkt.

Die entsäuernde Eigenschaft des kohlensauren Kalks und Ätzkalks kommt überall zur Geltung, wo saurer Humus und Schwefeleisen, welches sich bei Luftzufuhr in schwefelsaures Eisenoxyd umsetzt, vorhanden sind. Bei leichtem, kalkarmem Sandboden ist deshalb in der Regel durch Kalkzufuhr keine so vielseitige Wirkung zu erwarten, wie bei schwerem, thonigem, kalkarmem Boden. Es hängt dies damit zusammen, daß bei Thonboden auch erheblich größere Mengen und namentlich solche in der wirksamsten Form des Ätzkalks am Platze sind, während man bei Sandboden nicht nur mit erheblich geringeren Mengen auskommt, sondern größere Mengen Ätzkalk geradezu als nachteilig bezeichnet werden müssen. Da der Sandboden an und für sich viel thätiger ist als der Thonboden, so sind für jenen ferner die weniger rasch und kräftig wirkenden Formen des Mergels und kohlensauren Kalks geeigneter. Hat man aber die Wahl nicht, so wird man für Sandboden geringere Mengen Ätzkalk verwenden und die vorgenannten Hilfsmittel benutzen, damit die zu rasche Wirkung, die Ab-

tötung der Wurzelbakterien u. a., nicht eintritt. Durch vorhergehendes Durchsetzen des Ätzkalks mit Torf und durch die damit verknüpfte Überführung in humussauren Kalk kann diese zu rasche Wirkung wesentlich herabgemindert werden.

Aus dem Angegebenen geht unmittelbar hervor, daß sandige Bodenarten mit viel weniger Kapitalverwendung, also in der Regel leichter und rascher gekalkt werden können, daß im Gegensatz hierzu saurer schwerer Thonboden die Verwendung von viel größeren Betriebsmitteln voraussetzt und daß auch die Kalkung selbst mehr Zeit in Anspruch nimmt. Da bei der Benutzung von gebranntem Kalk weit geringere Mengen erforderlich sind als bei Mergel, so wird auch aus diesem Grunde auf großen kalkbedürftigen Gütern die Kalkzufuhr mittels Ätzkalks in der Regel weit mehr beschleunigt werden können, als es bei Mergelung möglich ist.

Auf der anderen Seite sind bei der Zufuhr von Mergel die Nebenwirkungen der nicht aus Kalk bestehenden Gemengteile, namentlich des Thons, oft von großer Bedeutung, indem dieselben die physikalischen Eigenschaften des Bodens verbessern. Der Sand bekommt durch den Thongehalt des Mergels mehr Bindung, mehr Haltung, bessere Absorption für Pflanzennahrungsstoffe, regelmäßigere Thätigkeit infolge vermehrter wasserhaltender Kraft. Nicht selten sind im Mergel auch andere Stoffe, wie ein gewisser Gehalt an Phosphorsäure, an Kali und Stickstoff, nicht ohne Bedeutung, wie es in den Marscherden der Seeküsten in hervorragender Weise der Fall ist.

Ob dem gebrannten Kalk oder dem Mergel der Vorzug gegeben werden soll, ist nicht immer vom Willen des Landwirts abhängig, da es darauf ankommt, welche dieser Stoffe vorhanden sind oder preiswürdig beschafft werden können. Bei Verwendung von gebranntem Kalk werden die geringsten Massen bewegt und können bei gleicher Zeit die größeren Flächen gekalkt werden. Auf einem Gute in Hinterpommern, 20 km von der Bahn entfernt, sind vor kurzem 350 ha in 13 Monaten mit gebranntem Kalk von Gogolin in Oberschlesien (500 kg auf 1/4 ha) (ein kleiner Teil von Rüdersdorf) gekalkt worden und die dafür verwendeten Ge-

samt-Kosten betrugen 11—13 Mk. auf ¼ ha. Durch einen Thonmergel mit über 50 Prozent thonigen Teilen wird ein Sandboden, durch Sand- und Kalkmergel ein Thonboden auch physikalisch verbessert, es sind aber viel größere Massen zu bewegen und es kostet viel mehr Zeit. Bei hohen Arbeitslöhnen werden damit auch die Kosten recht bedeutende.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß gebrannter Kalk mit 90 % Ätzkalk (Calciumoxyd) im Boden etwa 160 % kohlensauren Kalk ergiebt, gegenüber den 90 % kohlensauren Kalks eines hochgradigen Kalkmergels, welcher sich im Boden in der Regel langsamer umsetzt.

Der Einfluß einer Mergelung auf die prozentische Zunahme des Bodens an kohlensaurem Kalk und an thoniger Feinerde ergiebt sich aus nachstehender Tabelle (siehe Seite 98).

Nicht selten ist der Mergel auf dem Gute selbst vorhanden und kostet nur die Anfuhr. Selbst wenn diese Anfuhr unter ungünstigen Verhältnissen und bei geringer Güte des Mergels so teuer wird, daß von der Mergelung wenig Gebrauch gemacht werden kann, so ist dieses Vorhandensein von Mergel auf dem Gute selbst, in der Nähe des Gehöfts und auf den einzelnen Schlägen doch häufig als ein Vorzug zu bezeichnen. Durch Benutzung der so wichtig gewordenen Feldbahnen können die Arbeiten auch bei teurer gewordenen Arbeitslöhnen viel billiger hergestellt werden.

Zu diesen Vorzügen rechnet Verfasser namentlich auch die Möglichkeit einer besseren Behandlung des Stallmists durch Aufbringen dünner Schichten von Lehm- und Thonmergel unter, zwischen und auf die einzelnen Schichten des Düngers im Stalle, auf der Dungstätte oder wenn derselbe auf dem Felde einige Zeit aufbewahrt werden soll. Der so mit Lehmmergel versetzte Stalldünger wirkt nach bereits alter praktischer Erfahrung auf leichten, sandigen Bodenarten besonders günstig.

Einfluß einer Mergelung auf die prozentische Zunahme des Bodens an kohlensaurem Kalk oder an thonigen Teilen.

Mergel cbm auf den ha	Mächtigkeit der Krume	Der Mergel beträgt Prozente d. Bodens	Gehalt des Mergels an kohlensaurem Kalk oder an thonigen Teilen							
			5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	50 %	70 %	90 %
5 cbm	15 cm	0,33	0,016	0,033	0,050	0,067	0,083	0,165	0,23	0,30
5 „	20 „	0,25	0,012	0,025	0,037	0,050	0,062	0,125	0,17	0,22
5 „	30 „	0,16	0,008	0,016	0,025	0,033	0,041	0,080	0,11	0,15
10 cbm	15 cm	0,66	0,033	0,066	0,100	0,133	0,165	0,33	0,46	0,60
10 „	20 „	0,50	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,25	0,35	0,45
10 „	30 „	0,33	0,016	0,033	0,050	0,067	0,082	0,16	0,23	0,30
50 cbm	15 cm	3,33	0,166	0,33	0,50	0,67	0,83	1,66	2,33	3,00
50 „	20 „	2,50	0,125	0,25	0,37	0,50	0,62	1,25	1,75	2,25
50 „	30 „	1.66	0,084	0,16	0,25	0,33	0,41	0,83	1,16	1,50
100 cbm	15 cm	6,66	0,33	0,67	1,00	1,33	1,66	3,33	4,66	6,00
100 „	20 „	5,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	2,50	3,50	4,50
100 „	30 „	3,33	0,16	0,33	0,50	0,67	0,83	1,66	2,33	3,00
150 cbm	15 cm	10,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	5,00	7,00	9,00
150 „	20 „	7,50	0,37	0,75	1,12	1,50	1,87	3,75	5,25	6,75
150 „	30 „	5,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	2,50	3,50	4,50

IX. In welchen geologischen Formationen findet man Kalk und Mergel?

Unter den geschichteten Ablagerungen machen Sand und Sandstein, Thon und Thongestein, Kalk und Kalkstein den Hauptbestand aus.

In der Aufeinanderfolge der Formationen bildet der Mergel häufig den Übergang des reinen Kalksteins in Thon und Thongestein oder in Sand und Sandstein. Das Vorkommen des Kalks und Mergels ist deshalb zur Befruchtung der kalkarmen benachbarten Bodenarten, denen der Kalk durch Auslaugung beständig weiter verloren geht, von großer Wichtigkeit. Schon in den archäischen Schiefern sind, wie im Erzgebirge, dafür die eingelagerten „Urkalke“ wichtig geworden.

a) Ältere Formationen.

In den alten Schiefern des Harzes und des rheinischen Schiefergebirges werden die gebrannten mitteldevonischen Kalksteine, in der Steinkohlenformation die Bergkalke vielfach zum Kalken benutzt. Die in Deutschland am Rande älterer Formationen nicht selten auftretende sogenannte Kupferschiefer- oder Zechsteinformation besteht unterhalb wesentlich aus Sandstein und ähnlichen Gesteinen, oberhalb aus Mergelschiefer, Kalkstein und Dolomit. Die Kalksteine und Dolomite sind für die in der Nachbarschaft auftretenden kalkarmen Bodenarten sehr wichtig geworden, z. B. in Oberhessen, an der Ostseite des Rheinischen Schiefergebirges bei Corbach und Marsberg, bei Sontra in Hessen, in Thüringen, bei Ostrau-Mügeln und Gaithain im Königreich Sachsen.

b) Mittlere Formationen.

In der für Mitteldeutschland so wichtigen Gruppe „Trias“ heißt die untere Abteilung Buntsandstein, die mittlere Muschelkalk, die obere Keuper. Der Buntsandstein wird in seinen obersten Schichten thoniger und geht häufig in Thonmergel, z. T. in dolomitischen Thonmergel über. Wo die geologische Karte Muschelkalk andeutet, ist unterhalb desselben, wie bei Rüdersdorf und in vielen Gegenden Mitteldeutschlands, im Übergange zum Buntsandstein oft verhärteter Mergel zu finden, nicht selten von guter Beschaffenheit. Er wird als Röth oder wegen seiner rotbraunen bis blaugrauen Färbung als bunter Mergel bezeichnet.

Der Muschelkalk enthält, wie bei Rüdersdorf, in Oberschlesien, in der Provinz Sachsen, in Hessen, Hannover, in Süd- und Westdeutschland, sehr wichtige Lager für Ätzkalkgewinnung.

Der Keuper ist in Deutschland reich an Mergelgesteinen, nicht selten gipshaltig, mit mehr oder weniger kohlensaurem Kalk. Die Mergel, auch die Thonmergel, sind in diesen Formationen nicht selten steinartig verhärtet, sie zerfallen aber an der Luft allmählich und können gute Verbesserungsmittel für den Boden darstellen.

Die Stadt Stuttgart liegt mitten im Keupermergel und die die Stadt umgebenden Weinberge werden mit „Leberkies“ gedüngt, ein Name, welcher auf die rotbraune Färbung hindeutet. In Mittelfranken sind im „Gipskeuper“ wenig kalkhaltige Thonmergel mehrfach vertreten, die Gegend von Koburg, Warburg, Lippe-Detmold und Thüringen ist reich daran.

Reich an Mergeln, zum Teil Mergelschiefern, ist die Juraformation in ihrer unteren Abteilung (Lias oder schwarzer Jura), während die oberste Abteilung (Malm oder weißer Jura) mehr reine Kalksteine enthält (Schwaben, Franken, Mittel- und Norddeutschland).

In der Kreideformation sind die sogenannten Plänermergel, nicht selten verhärtete Thonmergel, und Plänerkalk vielfach vorhanden, in der obersten Abteilung die Schreibkreide (Rügen).

Vorzügliche Kalkmergel und Thonmergel in der Kreideformation enthält die Provinz Westfalen. Von Lüneburg und Misburg werden gemahlene Kreidekalke weit versandt.

c) Neuere Formationen.

In der Tertiär- oder Braunkohlenformation treten Thonmergel, Septarien-Thonmergel (Pietzbuhl bei Burg, Hermsdorf bei Berlin), Kalksteine u. a. nicht selten auf; in Norddeutschland sind die quarzreichen Sande derselben meist sehr kalkarm. Verschiedene Gegenden Süddeutschlands enthalten vorzügliche Thonmergel in dieser Formation.

Sehr verbreitet in Norddeutschland und im äußersten Süden

von Deutschland ist die Diluvialformation, wegen ihrer Beziehungen zur ehemaligen Vergletscherung, die vom baltischen Norden nach Norddeutschland, von den Alpen nach Süddeutschland hin ging, auch als Eisformation bezeichnet.

Wichtige Glieder der Diluvialformation sind die unterhalb ehemaliger Gletscher abgelagerten sogenannten Grundmoränen, welche als Diluvialmergel, Geschiebemergel oder Moränenmergel namentlich in großen Flächen Norddeutschlands bodenbildend auftreten und unterhalb der besseren Bodenarten in wechselnder Tiefe in großen Flächen vorhanden sind. Es sind verschiedene derartige Ablagerungen von Geschiebemergeln zu unterscheiden, die meist durch deutlich geschichtete und unter Wasser abgelagerte Sande und Grande (Diluvialsand) gesondert sind.

Die Geschiebemergel zeigen im Gegensatz hierzu in der Regel den Mangel jeglicher Schichtung, sie enthalten vielfach geritzte (geschrammte) Steine und führen neben den thonigen Teilen gleichzeitig Sand, Grand, z. T. Steine und große Geschiebe aus weiter Entfernung stammend, weshalb sie lange Zeit ein Rätsel gewesen sind. Von praktischer Wichtigkeit ist, wie weit der kohlensaure Kalk in mehr feinen oder groben Körnern darin auftritt, da der Kalk in Form von Sand und Grand im Boden weniger rasch wirksam ist.

Die darin vorkommenden Steine und Geschiebe sind in Norddeutschland meist solche aus dem baltischen Norden, krystallinische Silikatgesteine, Gneiß, Granit, Porphyr, Diorit u. a., außerdem Kalk in sehr verschiedenem Grade der Zerteilung.

Der Sandgehalt dieser Geschiebemergel ist oft ein erheblicher, in der Berliner Gegend in der Regel mehr als die Hälfte des Ganzen, was also bei Mergelungen mit bewegt werden muß. Der Thongehalt ist dann ein entsprechend niederer. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk beträgt in dem wenig veränderten Diluvialmergel in Norddeutschland häufig nur 10 % und steigt nur unter günstigen Verhältnissen auf 15 % und mehr. Durch Auslaugung geht der Kalkgehalt nicht selten auf wenige Prozent herunter, so daß dann sehr in Frage kommt, ob und wie weit ein so stark entkalkter Mergel

noch zur Kalkzufuhr praktisch verwertet werden kann. Durch Zunahme des Sandgehalts geht er in durchlässigen Sandmergel über. Wo durch Umlagerung aus dem Tertiärthon des Untergrundes, wie zum Teil im Posenschen, mehr bindende Stoffe in den Mergel übergegangen sind, ist derselbe thoniger und drainagebedürftiger.

In Norddeutschland wird zur Zeit meist ein oberer und ein unterer Diluvialmergel unterschieden, von welchen der obere meist in geringerer Mächtigkeit, der untere mächtiger auftritt. Der obere Diluvialmergel ist in einigen Gegenden Norddeutschlands ursprünglich so wenig mächtig abgelagert (unter 1 m und wenig darüber), daß er durch die atmosphärischen Auslaugungsvorgänge seinen Gehalt an kohlensauren Kalk vollständig verloren hat und sehr kalkarm geworden ist. Nur durch Abbohren oder Aufgraben kann man sich dann vor der Täuschung bewahren, daß unter dem oberen Boden noch nutzbarer Mergel zu finden sei.

Der untere, mächtigere Geschiebemergel ist nicht selten durch Diluvialsandmassen verdeckt, deren Stärke für seine Benutzbarkeit entscheidend ist. Wenn in den mehr plateauartigen Höhen der obere Geschiebemergel vorhanden ist, so tritt der untere dann nicht selten an den Thalabhängen unter starken Sandmassen auf. Das Hinauffahren zur Verbesserung des stark entkalkten Bodens der Höhe ist dann je nach der Steilheit der Abhänge und Wege mit Schwierigkeiten verknüpft.

Die Unregelmäßigkeit des Vorkommens der Diluvialbildungen, unter der Einwirkung großer Gletschereismassen mit Gletscherschmelzwassern und im Wechsel mit offenen Gewässern entstanden, bedingt auch eine gewisse Unregelmäßigkeit im Vorkommen der Geschiebemergel.

Die auf und zwischen den Geschiebemergeln vorhandenen Diluvialsandbildungen sind in Norddeutschland ursprünglich meist kalkhaltig, mit 0,5 bis 1 und 2 % kohlensaurem Kalk, in den grandigen Bildungen bis 8 % und mehr, abgelagert. Sie sind in dieser Form in der Tiefe noch vielfach vorhanden, oberhalb aber so ausgelaugt, daß der Boden sehr kalkarm ist. Beim Aufsuchen von kalkhaltigem Sand zur Bedeckung von Moordammkulturen ist

es wichtig zu wissen, daß der in der Tiefe auftretende Diluvialsand in Norddeutschland sehr häufig von dieser Beschaffenheit ist.

Wenn in dem norddeutschen Diluvialsande der Quarzsand sehr stark vertreten ist und nur einzelne Kali-Feldspate (in roten Sprenkeln) und Kalkbruchstücke sich bemerklich machen, so ist in Süddeutschland unter dem Einflusse der nördlichen Kalkalpen meist ein Diluvialkalkgeröll mit weniger quarz- und feldspathaltigen Gesteinen vorhanden. Beispielsweise ist der Untergrund von München durch ein derartiges mächtiges Kalkgeröll mit kalkreichem Sand bezeichnet, und ähnlich tritt es in Schwaben, bei Konstanz, im Oberrheinthal vielfach auf.

Die auf Seite 59—61 bildlich dargestellten Bodenprofile des Geschiebemergels geben über die Tiefe der Auslaugung und über die Tiefe, in welcher die kalkhaltigen Bildungen gefunden werden, eine sehr deutliche Vorstellung, sodaß ein Jeder die dadurch gewonnenen Auffassungen unter ähnlichen Verhältnissen in der eigenen Gegend weiter verfolgen kann.

Aus dem Geschiebemergel ist vereinzelt durch Abschwemmung und Umlagerung unter Wasser ein geschichteter, steinfreier Diluvial-Thon- und Schluffmergel, in der Regel mit höherem Kalkgehalt, entstanden. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk beträgt, wie bei Lupitz in der Altmark, bei Berlin, bei Sandow in der Neumark u. a. a. O. 18—20 % in feinerdiger und deshalb sehr wirksamer Form. Der hohe Wert dieses Mergels für die Kalkzufuhr weist darauf hin, daß es in sandigen Gegenden nicht selten angezeigt ist, darnach zu suchen. Bei Berlin (bei Werder, bei Herzfelde u. a. a. O.) ist dieser steinfreie, geschichtete Diluvialmergel sehr mächtig vertreten, aber als Ziegelthon so begehrt und so kostbar, daß er zum Mergeln, obwohl er dazu sehr geeignet ist, zu teuer wird. Er ist nicht selten von mächtigen Diluvialsandmassen überlagert.

Bei Ülzen (Westerweyhe) und in einigen Gegenden der Lüneburger Heide tritt dieser geschichtete Diluvialmergel sogar mit bis 80 % kohlensaurem Kalk in lufttrockenem Zustande auf (zum Teil auch mit erhöhtem Gehalt an Phosphorsäure). Es ist dies

ein Kalkmergel von sehr hohem Werte, welcher deshalb auch mit der Achse und mit der Eisenbahn weit verfrachtet wird. Durch einen oft sehr kalkhaltigen und ebenfalls wertvollen Mergelsand gehen diese geschichteten Diluvialmergel häufig in die gröberen Diluvialsande über.

In einigen Gegenden sind oberhalb des Geschiebe führenden Diluviums oder auf älterem Gestein die steinfreien, meist ungeschichteten Lößmergel abgelagert. Dieselben gehören ebenfalls noch zu den Diluvialbildungen. Sie enthalten meist viel feinen Mineralstaub (Quarz) und sind von lockerer Beschaffenheit Der Kalkgehalt ist sehr wechselnd, meist aber, abgesehen von einzelnen, nachträglich durch Auflösung und Ausscheidung entstandenen Kalkkonkretionen (Lößkindel), in feiner Verteilung vorhanden. Lößmergel bildet in einigen Gegenden die Grundlage sehr fruchtbarer Bodenarten und wird auch zur Kalkzufuhr für andere Böden benutzt. Vereinzelt ist er so stark ausgelaugt, daß vom kohlensauren Kalk nichts oder nur wenig übrig geblieben ist.

In den Thälern und Einsenkungen des Diluvialgebiets lagern die nachfolgend entstandenen Alluvialbildungen: Fluß-Sand, -Lehm und -Thon, Dünensand, Mergel, Süßwasserkalk, Torf, Moor und Moormergel, Meeresmarsch und Meeressand. Es sind dies dieselben Bildungen, wie sie ihrer Natur nach in der Gegenwart noch entstehen.

Die kalkhaltigen höher liegenden Gebiete verlieren durch atmosphärische Auslaugung ihren Kalkgehalt, welcher, in Wasser gelöst, in der Form von doppeltkohlensaurem Kalk fortgeführt wird. In Quellen, an Gehängen und unter Wasser, in Niederungen und Seeen wird der Kalk als einfach kohlensaure Verbindung wieder abgelagert. Wiesenkalk, Kalktuff, Seekreide, Alm (Süddeutschland), Gehängekalk sind auf diese Weise entstanden, nicht selten mit gewissen Anteilen von stickstoffhaltigem Humus vermengt, häufig als ein ziemlich reiner kohlensaurer Kalk. Liegt dieser Süßwasserkalk unter Wasser und ist er somit von der Luft abgeschlossen, so können, wie bei Teichschlamm, pflanzenschädliche Bestandteile darin vorkommen. Es ist dann für seine praktische Verwendung als Kalkzufuhr

zum Boden notwendig, ihn, wie Teichschlamm und schwefeleisenhaltigen Mergel, längere Zeit der Luft auszusetzen, damit der Sauerstoff diese pflanzenschädlichen Stoffe vorher zerstöre. Durch unmittelbares Auffahren derartiger Niederungskalke auf die Felder haben sich schon manche Landwirte sehr geschadet. Durch längeres Lagern an der Luft, auf Brache oder auf mehrjährigem Kleegras wird aus Schwefeleisen Schwefelsäure gebildet und durch Kalk neutralisiert.

Liegen diese Kalke aber nicht unter Wasser und sind sie der Luft lange Zeit bereits ausgesetzt gewesen, so können sie meist unmittelbar ohne Gefahr aufgebracht werden. Küster erwähnt, daß er in Süddeutschland aus Alm bestehenden Grabenauswurf nach mehrjährigem Lagern mit großem Erfolge auf abtragender Esparsette zur Verjüngung dieser Frucht verwandt habe. Es giebt aber auch solche humushaltige, unter Wasser lagernde Niederungskalke, wie z. B. diejenigen in der Tegeler Niederung bei Hermsdorf-Berlin, welche sofort zur Düngung verwendet werden können; es ist dies gar nicht selten der Fall.

Die gut durchlüfteten Süßwasserkalke, welche etwas verwittert sind und an der Luft leicht zerfallen, stellen häufig vorzügliche Kalkdüngemittel dar, z. B. diejenigen von Lenglern bei Göttingen, von Walbeck bei Helmstedt, von Gramenz bei Belgard und von Brotzen bei Rummelsburg in Pommern, und an vielen anderen Orten.

Andererseits giebt es auch durchweg oder stellenweise verhärtete Kalktuffbildungen, welche zum Teil harte vorzügliche Bausteine abgeben (der Travertin des St. Peter zu Rom und der Ruinen von Paestum, viele Kalktuffe in den Gebirgsgegenden Deutschlands bestehen daraus), zum Teil weniger verhärtete, aber grußartige schlecht zerfallende Massen von geringer Wirksamkeit im Boden enthalten. Örtlich ist dies oft in geringen Abständen sehr verschieden. Während die Thalebene von Göttingen einen vielfach stark verhärteten und gute Bausteine abgebenden Kalktuff enthält, ist der genannte, bei Lenglern in einem Seitenthale der Leine abgelagerte, ein vorzügliches, sehr lockeres und ausgezeichnet zerfallendes Kalk-

düngemittel, welches zur Verbesserung des versäuerten Bodens des Buntsandsteins im Solling meilenweit auf Landwegen verfrachtet wird.

Der Seekalk steht auf Seegrund nicht selten unmittelbar unter dem Wasser, so daß er mit der Torfstechmaschine gestochen werden und auf mit Brettern bedeckten Böcken an Land gekarrt, oder auf Kähnen dahin gefahren werden kann.

Der Wiesenkalk ist in den Moorgegenden häufig mit Moor und Torf bedeckt und unterhalb derselben durch Bohrer leicht festzustellen. Das Moor hat nicht selten soviel Kalk aufgenommen, daß es als Moormergel bezeichnet wird, wenn auch der Thongehalt nicht erheblich ist. Der Moormergel kann für die Verbesserung des Bodens von hohem Werte sein.

In manchen Gegenden mit fruchtbarem Boden treten diese Niederungsmergel als Muschelmergel mit erheblichem Kalkgehalt und mit etwas stickstoffhaltigem Humus auf, daneben mit gewissen Beimengungen von Phosphorsäure und Kali. Sie können vorzügliche Verbesserungsmittel darstellen.

An den flachen Meeresküsten, wie in Schleswig-Holstein, in Hannover und Oldenburg, wird unter dem Einflusse von Ebbe und Flut noch jetzt die kalkhaltige, an löslichem Stickstoff, an Phosphorsäure und Kali reiche Marscherde gebildet, ein für die Verbesserung des sandigen Bodens und des Hochmoors vorzügliches Gemenge, welches seit Jahren auf Kanälen zur Verbesserung des bedürftigen Bodens weit in das Land hinein verfrachtet wird. Ist der obere Boden auf Seeklaygrund durch Auslaugung und durch den Feldbau an Kalk verarmt, so kann durch die „Kuhlerde“ des Untergrunds, welche noch vollen Gehalt hat, dem Bedürfnis abgeholfen werden. Der Gehalt dieser Kuhlerde an kohlensaurem Kalk ist wechselnd, er beträgt meist nicht mehr als 5—8 %. Durch die Auslaugung des kohlensauren Kalks und die Reduktion der Eisenverbindungen ist dieser reiche Meeresabsatz stellenweise in pflanzentötliche Pulvererde übergegangen, bei der die praktische Regel heißt: „Nicht anrühren“! Man kann dadurch seinen Boden leicht verderben.

Wer sich in seiner Gegend Mühe giebt, die geologischen Karten, welche jetzt in weit größerem Maßstabe als früher herausgegeben werden, genau zu studieren, und die nötigen Vergleichungen bei dem Grund und Boden vornimmt, wird daraus häufig die wichtigsten Andeutungen entnehmen können, welche für die praktische Wirtschaftsführung von höchstem Werte sind.

X. Zu welchen Früchten soll die Kalkzufuhr stattfinden?

Es liegt in der Natur der Sache, daß die kalkreichen Kulturpflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler, Kleepflanzen und Hülsenfrüchte, bei Verwendung von Kalk und Mergel zur Düngung besonders zu berücksichtigen sind, es sind dies zugleich die Pflanzen, welche zur Erzielung von proteinreichem Futter, stickstoffreichem Gründünger, überhaupt zur Stickstoffanreicherung der Wirtschaft so wesentlich beizutragen vermögen.

Von diesen Schmetterlingsblütlern können aber Lupinen und Serradella durch Kalkdüngung auch benachteiligt werden, die blaue und die weiße ostpreußische Lupine weniger als die gelbe. Diese wichtigen Kulturpflanzen lieben es, wenn die auch ihnen notwendige Kalknahrung dem kieselsauren, schwefelsauren oder humussauren Kalk entnommen und daraus löslich gemacht werden kann. Dr. Schultz-Lupitz wies nach, wie diese Benachteiligung von Lupinen und Serradella infolge von Kalk- nnd Mergeldüngung durch gleichzeitige stärkere Gaben von Kainit gemindert werden kann.

Im übrigen sind die meisten Kleepflanzen und Hülsenfrüchte auf kalkarmem Boden sehr dankbar gegen Kalkzufuhr, ja können ohne dieselbe überhaupt nicht gebaut werden.

Wird also in der Fruchtfolge Klee unter einer Sommerhalmfrucht, wie Gerste, oder unter einer Winterhalmfrucht, wie Roggen, eingesäet, so werden die kalkhaltigen Stoffe gern zu dieser Vorfrucht gegeben, um namentlich den Klee zu fördern. Man kann den kalkhaltigen Dünger auch zu den vorhergehenden Kartoffeln nach dem Auslegen derselben aufbringen, damit ihn die sorgsame Hackkultur innig mit der Krume vermengt. Der Kalk

wirkt bei dieser Art der Zufuhr weniger auf Schorf der Kartoffeln, als es sonst bei manchen Böden der Fall ist.

Ist Stalldünger zu Kartoffeln untergepflügt, so wird durch das Aufbringen des Kalks die Wirkung desselben beschleunigt. Bereits Patzig sagt in seinem „Ökonomieverwalter" 1846 (S. 56): „Eine ganz vorzügliche Wirkung äußert der Kalk, wenn man ihn zu Kartoffeln verwendet, wo zu selbigen mit Stallmist gedüngt worden ist. Man streut ihn zur Zeit, wenn die Kartoffeln übergeeggt werden müssen, auf das Feld und bringt ihn mit der Egge unter; die Kartoffeln gedeihen ganz vorzüglich darnach." In der neueren Zeit hat Dr. Schultz-Lupitz auf die Methode, den Umsatz des organischen Düngers durch Kalk zu beschleunigen, besonders aufmerksam gemacht.

Ebenso werden, wenn Luzerne eine längere Reihe von Jahren gebaut werden soll, größere Mengen von Kalk oder Mergel vorher gegeben. Der vorhergehende mehrjährige Anbau von Hackfrüchten ist vor solchen perennierenden Futterkräutern um so angezeigter, je mehr der Boden vorher erst von Unkräutern, namentlich von Quecken, gereinigt werden muß. Die innige Vermengung der kalkhaltigen Stoffe mit dem Boden erfolgt dadurch kostenlos.

Auf den früher erwähnten rohen, versäuerten, kalkarmen Gestütsweiden in Beberbeck, wo kein kräftiges Pferd gezogen werden konnte, wurde der sandige Lehmboden der Hütungen vom Pächter Ulrichs auf seine Kosten drainiert und urbar gemacht, doppelgepflügt und zwei Jahre ohne Kalkzufuhr mit Kartoffeln in Pferdedünger bebaut. Die Zwischenbearbeitung der Kartoffelreihen geschah im Interesse der Durchlüftung und der Sauerstoffaufnahme der Eisenoxydul-Verbindungen in musterhafter Weise. Im dritten Jahre wurde nach den Kartoffeln mit 16,5 hl Ätzkalk (Stückkalk) auf 1/4 ha gedüngt, mit Winterroggen bestellt und in demselben im Frühjahr Weißkleegras eingesäet.

Die Verwendung von Kalk und Mergel zu anspruchsvollen Ölpflanzen, wie Winterraps und Winterrübsen, insbesondere auf frischen Umbruch, ist sehr zu empfehlen. Bei Bestellung von Raps nach Brache oder mehrjährigem Kleegras ist diese Ver-

wendung auf kalkarmem Boden um so zweckmäßiger, als der Sommer eine günstige Zeit zum Aufbringen bildet und diese Ölpflanzen gegen Kalk und Mergel besonders dankbar sind. Durch das vielfache Pflügen und Eggen der Brache wird ferner eine innige Vermengung herbeigeführt.

Erbsen, Bohnen und Wicken sind auf vielen Bodenarten gegen Kalk und Mergel sehr dankbar, namentlich wenn die Zufuhr bereits im Herbst oder zur Vorfrucht stattfinden kann, und wenn es an Kali und Phosphorsäure nicht fehlt.

Als besonders dankbare Pflanzen sind ferner Zuckerrüben und Futterrüben hervorzuheben, wobei auf den gebundeneren Bodenarten namentlich gebrannter Kalk in Betracht kommt.

Eine zweckmäßige Verwendung ist auch das Überstreuen auf Kleegrasfelder, namentlich auf ältere derartige Bestände im Herbst, um dadurch die Kleepflanzen zu neuer Entwicklung zu bringen. Die so zu neuer Thätigkeit angeregten Kleepflanzen können als eine billige Stickstoffquelle in Form von Gründünger untergepflügt werden. Uhlemann in Görlitz bei Mügeln in Sachsen benutzt in dieser Weise bereits seit Jahren einen Teil seiner gebrannten dolomitischen Kalke. Auch auf die raschere Wirkung und bessere Nitrifikation der Kleegrasstoppel und Wurzelrückstände hat dies einen günstigen Einfluß. In letzterer Hinsicht wird von Schwerz vorgeschlagen, zu besserer Wirkung erst das Kleeland umzupflügen und nachher den Kalk aufzubringen.

Kalkhaltige Komposte sind in dieser Verwendungsweise seit langer Zeit bekannt, doch ist darauf zu achten, daß damit den Feldern keine Unkrautsamen zugeführt werden.

Andere Kulturpflanzen, auch solche, welche in ihrer Asche weniger Kalk enthalten, nehmen an dem Segen einer Kalkzufuhr ebenfalls teil. Namentlich haben auch unsere Getreidehalmfrüchte nachher häufig mit ganz anderem Erfolge gebaut werden können, besonders war Hafer dagegen sehr dankbar, und an die Stelle von Roggen trat zum Teil Weizen.

Wenn vor dem Unterpflügen von Gründüngungspflanzen etwas Ätzkalk oder feiner kohlensaurer Kalk übergestreut wird,

so wird die Umsetzung der organischen Stoffe und die Wirkung derselben als Dünger erheblich beschleunigt.

XI. Die Verwendung von Ätzkalk.

1. Allgemeines mit Bezug auf Verfrachtung.

Da Kalksteinlager, deren kohlensaurer Kalk durch Erhitzen in Brennöfen unter Abgabe der Kohlensäure in Ätzkalk übergeführt wird, in vielen Gegenden eine Seltenheit sind oder ganz fehlen, so ist die möglichst billige Verfrachtung mit der Eisenbahn oder auf Kanälen für die Förderung der Landeskultur um so mehr von Bedeutung, als erfahrungsgemäß auf sehr vielen Bodenarten ohne periodische Kalkzufuhr nicht mehr mit Erfolg gewirtschaftet werden kann. Es ist deshalb notwendig und anzuerkennen, daß die Eisenbahnverwaltungen diesen Gesichtspunkten nach Möglichkeit Rechnung zu tragen suchen.

Je reiner der Kalkstein ist, welcher gebrannt wird, um so wertvoller wird auch der gebrannte Kalk.

100 Teile chemisch reiner kohlensaurer Kalk verlieren beim Brennen 44 Teile Kohlensäure und es bleiben 56 Teile Kalkerde (Calciumoxyd) zurück, sofern nicht ungebrannte Reste sich der Zersetzung entzogen haben. Hochgradige Kalksteine von über 90 % Gehalt werden deshalb auch über 50 % Calciumoxyd liefern müssen, wozu natürlich noch die Nebenbestandteile, Thon, feine Kieselerde und dergl. kommen, welche als Verunreinigungen vorhanden sind.

Dolomit, die Doppelverbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, verliert beim Brennen etwas mehr Kohlensäure und es geht etwas weniger Ätzkalk und Ätz-Magnesia daraus hervor.

Vom Standpunkte der Verfrachtung ist hier also zu bemerken, daß mit dem gebrannten Kalke weit weniger Masse, nur etwas über die Hälfte, bewegt zu werden braucht, als das Ursprungsgestein ausmacht, indem die ausgetriebene Kohlensäure nicht mit bewegt wird. Bei gleichen Frachtpreisen kann dies kohlensaurem

Kalke gegenüber sehr in Betracht kommen. Im Boden wird, wie schon früher bemerkt, die Kohlensäure aus Luft und Boden größtenteils wieder aufgenommen.

Auch das zu Staub gelöschte Kalkhydrat, welches etwa $^1/_3$ des Calciumoxyds an Wasser aufgenommen hat und vereinzelt von Kalkwerken hergestellt wird, damit es sofort mit Maschinen gestreut werden kann, wird dadurch für die Verfrachtung um den genannten Betrag ($^1/_3$) beschwert, was bei weiten Entfernungen ins Gewicht fällt.

In der Form der Kalkasche der Kalköfen (Abfallkalk) wird in der Regel eine zwar wesentlich billigere, aber durch Wasser- und Kohlensäure-Aufnahme beschwerte und geringerwertige Masse geliefert, welche indessen infolge billiger Frachtsätze auf weite Entfernung hin Verwendung gefunden hat. Die sehr feine Verteilung dieser „Kalkasche" bewirkt ein starkes Stauben beim Aufbringen auf das Feld und kann deshalb lästig werden. Aus diesem Grunde ist in der neueren Zeit der wasserfreie gebrannte Stückkalk von den Kalkwerken verschiedentlich gemahlen in den Handel gebracht worden, um unmittelbar mit der Maschine gestreut werden zu können, was bereits von manchen Landwirten trotz des etwas erhöhten Preises mit Vorteil ausgeführt wird.

Bei allen diesen Stoffen ist naturgemäß maßgebend, wie viel an Calciumoxyd (bei gebranntem Dolomit zugleich an Magnesiumoxyd) vorhanden ist.

2. Soll gebrannter Kalk oder gebrannter dolomitischer Kalk gewählt werden?

Da die Magnesia ein notwendiger Pflanzennährstoff ist, so kommt unter Umständen, namentlich bei Mangel derselben im Boden, auch die Frage der bezüglichen Nährstoffzufuhr mit in Betracht. Im allgemeinen wirkt gebrannter Kalk rascher und kräftiger, gebrannter Dolomit langsamer. Wo, wie bei Thon- und bindigen Lehmböden, die kräftigere Wirkung notwendig, ist gebrannter Kalk mehr am Platze, wo man dagegen, wie bei Sandböden, in dieser Hinsicht vorsichtig sein muß, hat sich gebrannter

Dolomit bewährt. So wird auf den sandigen Bodenarten der Nieder-Lausitz und des südlichen Teils der Mark Brandenburg der sogenannte niedersächsische Graukalk, ein gebrannter Dolomit aus der Gegend von Ostrau-Mügeln im Königreich Sachsen, seit Jahren mit großem Erfolg verwendet, während auf den gebundenen kalkarmen Diluviallehmböden der Ober-Lausitz der gebrannte Kalk zur Kalkdüngung sogar von Gogolin mit Vorteil bezogen wird.

Die früher erwähnten physiologischen Forschungen von Wolff, Böhm und Löw sind in der neueren Zeit von einzelnen Kalkwerksbesitzern benutzt worden, um die gebrannten kalkhaltigen Stoffe nur nach ihrem Gehalte an Calciumoxyd im Werte zu vergleichen und den Gehalt an Magnesia im Dolomit gänzlich unberücksichtigt zu lassen. Wenn also ein hochgradiger gebrannter Kalk 90 % Calciumoxyd, der gebrannte Dolomit der Ostrauer Gegend neben 38 % Magnesia nur 55 % Calciumoxyd enthält, so ist versucht worden, beide im Werte zu Ungunsten des gebrannten Dolomits und zu Gunsten des Ätzkalks nach diesen Verhältniszahlen des Calciumoxyds (90 : 55) zu klassifizieren.

Die von mir früher angeführten wissenschaftlichen Thatsachen und die daraus zu ziehenden Folgerungen ergeben, daß diese Art, seitens der Konkurrenz den gebrannten dolomitischen Kalk im Werte herunterzudrücken, als berechtigt nicht angesehen werden kann.

Was die wissenschaftliche Seite dieser Frage betrifft, so verweise ich besonders auf die früher angeführten von Beyer und Fittbogen zu Regenwalde gefundenen Zahlen, aus denen die aufschließende Kraft der Magnesia deutlich hervorgeht, ferner auf die neueren von Kellner in Möckern vorgenommenen und im landwirtschaftlichen Vereinsblatte des Königreichs Sachsen veröffentlichten Untersuchungen, welche ebenfalls den auf Sandboden, auch auf Lehm- und Thonboden, altbewährten gebrannten dolomitischen Kalk als hochwertig anerkennen.

3. Ist gebrannter Stückkalk oder der Abfallkalk der Kalköfen vorzuziehen?

Die großen Kalkwerke, welche, wie in Rüdersdorf und in Oberschlesien, viel Baukalk liefern, haben stets auch viel Abfall-

samt-Kosten betrugen 11—13 Mk. auf $1/4$ ha. Durch einen Thonmergel mit über 50 Prozent thonigen Teilen wird ein Sandboden, durch Sand- und Kalkmergel ein Thonboden auch physikalisch verbessert, es sind aber viel größere Massen zu bewegen und es kostet viel mehr Zeit. Bei hohen Arbeitslöhnen werden damit auch die Kosten recht bedeutende.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß gebrannter Kalk mit 90 % Ätzkalk (Calciumoxyd) im Boden etwa 160 % kohlensauren Kalk ergiebt, gegenüber den 90 % kohlensauren Kalks eines hochgradigen Kalkmergels, welcher sich im Boden in der Regel langsamer umsetzt.

Der Einfluß einer Mergelung auf die prozentische Zunahme des Bodens an kohlensaurem Kalk und an thoniger Feinerde ergiebt sich aus nachstehender Tabelle (siehe Seite 98).

Nicht selten ist der Mergel auf dem Gute selbst vorhanden und kostet nur die Anfuhr. Selbst wenn diese Anfuhr unter ungünstigen Verhältnissen und bei geringer Güte des Mergels so teuer wird, daß von der Mergelung wenig Gebrauch gemacht werden kann, so ist dieses Vorhandensein von Mergel auf dem Gute selbst, in der Nähe des Gehöfts und auf den einzelnen Schlägen doch häufig als ein Vorzug zu bezeichnen. Durch Benutzung der so wichtig gewordenen Feldbahnen können die Arbeiten auch bei teurer gewordenen Arbeitslöhnen viel billiger hergestellt werden.

Zu diesen Vorzügen rechnet Verfasser namentlich auch die Möglichkeit einer besseren Behandlung des Stallmists durch Aufbringen dünner Schichten von Lehm- und Thonmergel unter, zwischen und auf die einzelnen Schichten des Düngers im Stalle, auf der Dungstätte oder wenn derselbe auf dem Felde einige Zeit aufbewahrt werden soll. Der so mit Lehmmergel versetzte Stalldünger wirkt nach bereits alter praktischer Erfahrung auf leichten, sandigen Bodenarten besonders günstig.

Einfluß einer Mergelung auf die prozentische Zunahme des Bodens an kohlensaurem Kalk oder an thonigen Teilen.

Mergel cbm auf den ha	Mächtigkeit der Krume	Der Mergel beträgt Prozente d. Bodens	Gehalt des Mergels an kohlensaurem Kalk oder an thonigen Teilen							
			5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	50 %	70 %	90 %
5 cbm	15 cm	0,33	0,016	0,033	0,050	0,067	0,083	0,165	0,23	0,30
5 „	20 „	0,25	0,012	0,025	0,037	0,050	0,062	0,125	0,17	0,22
5 „	30 „	0,16	0,008	0,016	0,025	0,033	0,041	0,080	0,11	0,15
10 cbm	15 cm	0,66	0,033	0,066	0,100	0,133	0,165	0,33	0,46	0,60
10 „	20 „	0,50	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,25	0,35	0,45
10 „	30 „	0,33	0,016	0,033	0,050	0,067	0,082	0,16	0,23	0,30
50 cbm	15 cm	3,33	0,166	0,33	0,50	0,67	0,83	1,66	2,33	3,00
50 „	20 „	2,50	0,125	0,25	0,37	0,50	0,62	1,25	1,75	2,25
50 „	30 „	1,66	0,084	0,16	0,25	0,33	0,41	0,83	1,16	1,50
100 cbm	15 cm	6,66	0,33	0,67	1,00	1,33	1,66	3,33	4,66	6,00
100 „	20 „	5,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	2,50	3,50	4,50
100 „	30 „	3,33	0,16	0,33	0,50	0,67	0,83	1,66	2,33	3,00
150 cbm	15 cm	10,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	5,00	7,00	9,00
150 „	20 „	7,50	0,37	0,75	1,12	1,50	1,87	3,75	5,25	6,75
150 „	30 „	5,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	2,50	3,50	4,50

IX. In welchen geologischen Formationen findet man Kalk und Mergel?

Unter den geschichteten Ablagerungen machen Sand und Sandstein, Thon und Thongestein, Kalk und Kalkstein den Hauptbestand aus.

In der Aufeinanderfolge der Formationen bildet der Mergel häufig den Übergang des reinen Kalksteins in Thon und Thongestein oder in Sand und Sandstein. Das Vorkommen des Kalks und Mergels ist deshalb zur Befruchtung der kalkarmen benachbarten Bodenarten, denen der Kalk durch Auslaugung beständig weiter verloren geht, von großer Wichtigkeit. Schon in den archäischen Schiefern sind, wie im Erzgebirge, dafür die eingelagerten „Urkalke“ wichtig geworden.

a) Ältere Formationen.

In den alten Schiefern des Harzes und des rheinischen Schiefergebirges werden die gebrannten mitteldevonischen Kalksteine, in der Steinkohlenformation die Bergkalke vielfach zum Kalken benutzt. Die in Deutschland am Rande älterer Formationen nicht selten auftretende sogenannte Kupferschiefer- oder Zechsteinformation besteht unterhalb wesentlich aus Sandstein und ähnlichen Gesteinen, oberhalb aus Mergelschiefer, Kalkstein und Dolomit. Die Kalksteine und Dolomite sind für die in der Nachbarschaft auftretenden kalkarmen Bodenarten sehr wichtig geworden, z. B. in Oberhessen, an der Ostseite des Rheinischen Schiefergebirges bei Corbach und Marsberg, bei Sontra in Hessen, in Thüringen, bei Ostrau-Mügeln und Gaithain im Königreich Sachsen.

b) Mittlere Formationen.

In der für Mitteldeutschland so wichtigen Gruppe „Trias“ heißt die untere Abteilung Buntsandstein, die mittlere Muschelkalk, die obere Keuper. Der Buntsandstein wird in seinen obersten Schichten thoniger und geht häufig in Thonmergel, z. T. in dolomitischen Thonmergel über. Wo die geologische Karte Muschelkalk andeutet, ist unterhalb desselben, wie bei Rüdersdorf und in vielen Gegenden Mitteldeutschlands, im Übergange zum Buntsandstein oft verhärteter Mergel zu finden, nicht selten von guter Beschaffenheit. Er wird als Röth oder wegen seiner rotbraunen bis blaugrauen Färbung als bunter Mergel bezeichnet.

Der Muschelkalk enthält, wie bei Rüdersdorf, in Oberschlesien, in der Provinz Sachsen, in Hessen, Hannover, in Süd- und Westdeutschland, sehr wichtige Lager für Ätzkalkgewinnung.

Der Keuper ist in Deutschland reich an Mergelgesteinen, nicht selten gipshaltig, mit mehr oder weniger kohlensaurem Kalk. Die Mergel, auch die Thonmergel, sind in diesen Formationen nicht selten steinartig verhärtet, sie zerfallen aber an der Luft allmählich und können gute Verbesserungsmittel für den Boden darstellen.

Die Stadt Stuttgart liegt mitten im Keupermergel und die die Stadt umgebenden Weinberge werden mit „Leberkies" gedüngt, ein Name, welcher auf die rotbraune Färbung hindeutet. In Mittelfranken sind im „Gipskeuper" wenig kalkhaltige Thonmergel mehrfach vertreten, die Gegend von Koburg, Warburg, Lippe-Detmold und Thüringen ist reich daran.

Reich an Mergeln, zum Teil Mergelschiefern, ist die Juraformation in ihrer unteren Abteilung (Lias oder schwarzer Jura), während die oberste Abteilung (Malm oder weißer Jura) mehr reine Kalksteine enthält (Schwaben, Franken, Mittel- und Norddeutschland).

In der Kreideformation sind die sogenannten Plänermergel, nicht selten verhärtete Thonmergel, und Plänerkalk vielfach vorhanden, in der obersten Abteilung die Schreibkreide (Rügen).

Vorzügliche Kalkmergel und Thonmergel in der Kreideformation enthält die Provinz Westfalen. Von Lüneburg und Misburg werden gemahlene Kreidekalke weit versandt.

c) Neuere Formationen.

In der Tertiär- oder Braunkohlenformation treten Thonmergel, Septarien-Thonmergel (Pietzbuhl bei Burg, Hermsdorf bei Berlin), Kalksteine u. a. nicht selten auf; in Norddeutschland sind die quarzreichen Sande derselben meist sehr kalkarm. Verschiedene Gegenden Süddeutschlands enthalten vorzügliche Thonmergel in dieser Formation.

Sehr verbreitet in Norddeutschland und im äußersten Süden

von Deutschland ist die Diluvialformation, wegen ihrer Beziehungen zur ehemaligen Vergletscherung, die vom baltischen Norden nach Norddeutschland, von den Alpen nach Süddeutschland hin ging, auch als Eisformation bezeichnet.

Wichtige Glieder der Diluvialformation sind die unterhalb ehemaliger Gletscher abgelagerten sogenannten Grundmoränen, welche als Diluvialmergel, Geschiebemergel oder Moränenmergel namentlich in großen Flächen Norddeutschlands bodenbildend auftreten und unterhalb der besseren Bodenarten in wechselnder Tiefe in großen Flächen vorhanden sind. Es sind verschiedene derartige Ablagerungen von Geschiebemergeln zu unterscheiden, die meist durch deutlich geschichtete und unter Wasser abgelagerte Sande und Grande (Diluvialsand) gesondert sind.

Die Geschiebemergel zeigen im Gegensatz hierzu in der Regel den Mangel jeglicher Schichtung, sie enthalten vielfach geritzte (geschrammte) Steine und führen neben den thonigen Teilen gleichzeitig Sand, Grand, z. T. Steine und große Geschiebe aus weiter Entfernung stammend, weshalb sie lange Zeit ein Rätsel gewesen sind. Von praktischer Wichtigkeit ist, wie weit der kohlensaure Kalk in mehr feinen oder groben Körnern darin auftritt, da der Kalk in Form von Sand und Grand im Boden weniger rasch wirksam ist.

Die darin vorkommenden Steine und Geschiebe sind in Norddeutschland meist solche aus dem baltischen Norden, krystallinische Silikatgesteine, Gneiß, Granit, Porphyr, Diorit u. a., außerdem Kalk in sehr verschiedenem Grade der Zerteilung.

Der Sandgehalt dieser Geschiebemergel ist oft ein erheblicher, in der Berliner Gegend in der Regel mehr als die Hälfte des Ganzen, was also bei Mergelungen mit bewegt werden muß. Der Thongehalt ist dann ein entsprechend niederer. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk beträgt in dem wenig veränderten Diluvialmergel in Norddeutschland häufig nur 10 % und steigt nur unter günstigen Verhältnissen auf 15 % und mehr. Durch Auslaugung geht der Kalkgehalt nicht selten auf wenige Prozent herunter, so daß dann sehr in Frage kommt, ob und wie weit ein so stark entkalkter Mergel

noch zur Kalkzufuhr praktisch verwertet werden kann. Durch Zunahme des Sandgehalts geht er in durchlässigen Sandmergel über. Wo durch Umlagerung aus dem Tertiärthon des Untergrundes, wie zum Teil im Posenschen, mehr bindende Stoffe in den Mergel übergegangen sind, ist derselbe thoniger und drainagebedürftiger.

In Norddeutschland wird zur Zeit meist ein oberer und ein unterer Diluvialmergel unterschieden, von welchen der obere meist in geringerer Mächtigkeit, der untere mächtiger auftritt. Der obere Diluvialmergel ist in einigen Gegenden Norddeutschlands ursprünglich so wenig mächtig abgelagert (unter 1 m und wenig darüber), daß er durch die atmosphärischen Auslaugungsvorgänge seinen Gehalt an kohlensauren Kalk vollständig verloren hat und sehr kalkarm geworden ist. Nur durch Abbohren oder Aufgraben kann man sich dann vor der Täuschung bewahren, daß unter dem oberen Boden noch nutzbarer Mergel zu finden sei.

Der untere, mächtigere Geschiebemergel ist nicht selten durch Diluvialsandmassen verdeckt, deren Stärke für seine Benutzbarkeit entscheidend ist. Wenn in den mehr plateauartigen Höhen der obere Geschiebemergel vorhanden ist, so tritt der untere dann nicht selten an den Thalabhängen unter starken Sandmassen auf. Das Hinauffahren zur Verbesserung des stark entkalkten Bodens der Höhe ist dann je nach der Steilheit der Abhänge und Wege mit Schwierigkeiten verknüpft.

Die Unregelmäßigkeit des Vorkommens der Diluvialbildungen, unter der Einwirkung großer Gletschereismassen mit Gletscherschmelzwassern und im Wechsel mit offenen Gewässern entstanden, bedingt auch eine gewisse Unregelmäßigkeit im Vorkommen der Geschiebemergel.

Die auf und zwischen den Geschiebemergeln vorhandenen Diluvialsandbildungen sind in Norddeutschland ursprünglich meist kalkhaltig, mit 0,5 bis 1 und 2 % kohlensaurem Kalk, in den grandigen Bildungen bis 8 % und mehr, abgelagert. Sie sind in dieser Form in der Tiefe noch vielfach vorhanden, oberhalb aber so ausgelaugt, daß der Boden sehr kalkarm ist. Beim Aufsuchen von kalkhaltigem Sand zur Bedeckung von Moordammkulturen ist

es wichtig zu wissen, daß der in der Tiefe auftretende Diluvialsand in Norddeutschland sehr häufig von dieser Beschaffenheit ist.

Wenn in dem norddeutschen Diluvialsande der Quarzsand sehr stark vertreten ist und nur einzelne Kali-Feldspate (in roten Sprenkeln) und Kalkbruchstücke sich bemerklich machen, so ist in Süddeutschland unter dem Einflusse der nördlichen Kalkalpen meist ein Diluvialkalkgeröll mit weniger quarz- und feldspathaltigen Gesteinen vorhanden. Beispielsweise ist der Untergrund von München durch ein derartiges mächtiges Kalkgeröll mit kalkreichem Sand bezeichnet, und ähnlich tritt es in Schwaben, bei Konstanz, im Oberrheinthal vielfach auf.

Die auf Seite 59—61 bildlich dargestellten Bodenprofile des Geschiebemergels geben über die Tiefe der Auslaugung und über die Tiefe, in welcher die kalkhaltigen Bildungen gefunden werden, eine sehr deutliche Vorstellung, sodaß ein Jeder die dadurch gewonnenen Auffassungen unter ähnlichen Verhältnissen in der eigenen Gegend weiter verfolgen kann.

Aus dem Geschiebemergel ist vereinzelt durch Abschwemmung und Umlagerung unter Wasser ein geschichteter, steinfreier Diluvial-Thon- und Schluffmergel, in der Regel mit höherem Kalkgehalt, entstanden. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk beträgt, wie bei Lupitz in der Altmark, bei Berlin, bei Sandow in der Neumark u. a. a. O. 18—20 % in feinerdiger und deshalb sehr wirksamer Form. Der hohe Wert dieses Mergels für die Kalkzufuhr weist darauf hin, daß es in sandigen Gegenden nicht selten angezeigt ist, darnach zu suchen. Bei Berlin (bei Werder, bei Herzfelde u. a. a. O.) ist dieser steinfreie, geschichtete Diluvialmergel sehr mächtig vertreten, aber als Ziegelthon so begehrt und so kostbar, daß er zum Mergeln, obwohl er dazu sehr geeignet ist, zu teuer wird. Er ist nicht selten von mächtigen Diluvialsandmassen überlagert.

Bei Ülzen (Westerweyhe) und in einigen Gegenden der Lüneburger Heide tritt dieser geschichtete Diluvialmergel sogar mit bis 80 % kohlensaurem Kalk in lufttrockenem Zustande auf (zum Teil auch mit erhöhtem Gehalt an Phosphorsäure). Es ist dies

ein Kalkmergel von sehr hohem Werte, welcher deshalb auch mit der Achse und mit der Eisenbahn weit verfrachtet wird. Durch einen oft sehr kalkhaltigen und ebenfalls wertvollen Mergelsand gehen diese geschichteten Diluvialmergel häufig in die gröberen Diluvialsande über.

In einigen Gegenden sind oberhalb des Geschiebe führenden Diluviums oder auf älterem Gestein die steinfreien, meist ungeschichteten Lößmergel abgelagert. Dieselben gehören ebenfalls noch zu den Diluvialbildungen. Sie enthalten meist viel feinen Mineralstaub (Quarz) und sind von lockerer Beschaffenheit Der Kalkgehalt ist sehr wechselnd, meist aber, abgesehen von einzelnen, nachträglich durch Auflösung und Ausscheidung entstandenen Kalkkonkretionen (Lößkindel), in feiner Verteilung vorhanden. Lößmergel bildet in einigen Gegenden die Grundlage sehr fruchtbarer Bodenarten und wird auch zur Kalkzufuhr für andere Böden benutzt. Vereinzelt ist er so stark ausgelaugt, daß vom kohlensauren Kalk nichts oder nur wenig übrig geblieben ist.

In den Thälern und Einsenkungen des Diluvialgebiets lagern die nachfolgend entstandenen Alluvialbildungen: Fluß-Sand, -Lehm und -Thon, Dünensand, Mergel, Süßwasserkalk, Torf, Moor und Moormergel, Meeresmarsch und Meeressand. Es sind dies dieselben Bildungen, wie sie ihrer Natur nach in der Gegenwart noch entstehen.

Die kalkhaltigen höher liegenden Gebiete verlieren durch atmosphärische Auslaugung ihren Kalkgehalt, welcher, in Wasser gelöst, in der Form von doppeltkohlensaurem Kalk fortgeführt wird. In Quellen, an Gehängen und unter Wasser, in Niederungen und Seeen wird der Kalk als einfach kohlensaure Verbindung wieder abgelagert. Wiesenkalk, Kalktuff, Seekreide, Alm (Süddeutschland), Gehängekalk sind auf diese Weise entstanden, nicht selten mit gewissen Anteilen von stickstoffhaltigem Humus vermengt, häufig als ein ziemlich reiner kohlensaurer Kalk. Liegt dieser Süßwasserkalk unter Wasser und ist er somit von der Luft abgeschlossen, so können, wie bei Teichschlamm, pflanzenschädliche Bestandteile darin vorkommen. Es ist dann für seine praktische Verwendung als Kalkzufuhr

zum Boden notwendig, ihn, wie Teichschlamm und schwefeleisenhaltigen Mergel, längere Zeit der Luft auszusetzen, damit der Sauerstoff diese pflanzenschädlichen Stoffe vorher zerstöre. Durch unmittelbares Auffahren derartiger Niederungskalke auf die Felder haben sich schon manche Landwirte sehr geschadet. Durch längeres Lagern an der Luft, auf Brache oder auf mehrjährigem Kleegras wird aus Schwefeleisen Schwefelsäure gebildet und durch Kalk neutralisiert.

Liegen diese Kalke aber nicht unter Wasser und sind sie der Luft lange Zeit bereits ausgesetzt gewesen, so können sie meist unmittelbar ohne Gefahr aufgebracht werden. Küster erwähnt, daß er in Süddeutschland aus Alm bestehenden Grabenauswurf nach mehrjährigem Lagern mit großem Erfolge auf abtragender Esparsette zur Verjüngung dieser Frucht verwandt habe. Es giebt aber auch solche humushaltige, unter Wasser lagernde Niederungskalke, wie z. B. diejenigen in der Tegeler Niederung bei Hermsdorf-Berlin, welche sofort zur Düngung verwendet werden können; es ist dies gar nicht selten der Fall.

Die gut durchlüfteten Süßwasserkalke, welche etwas verwittert sind und an der Luft leicht zerfallen, stellen häufig vorzügliche Kalkdüngemittel dar, z. B. diejenigen von Lenglern bei Göttingen, von Walbeck bei Helmstedt, von Gramenz bei Belgard und von Brotzen bei Rummelsburg in Pommern, und an vielen anderen Orten.

Andererseits giebt es auch durchweg oder stellenweise verhärtete Kalktuffbildungen, welche zum Teil harte vorzügliche Bausteine abgeben (der Travertin des St. Peter zu Rom und der Ruinen von Paestum, viele Kalktuffe in den Gebirgsgegenden Deutschlands bestehen daraus), zum Teil weniger verhärtete, aber grußartige schlecht zerfallende Massen von geringer Wirksamkeit im Boden enthalten. Örtlich ist dies oft in geringen Abständen sehr verschieden. Während die Thalebene von Göttingen einen vielfach stark verhärteten und gute Bausteine abgebenden Kalktuff enthält, ist der genannte, bei Lenglern in einem Seitenthale der Leine abgelagerte, ein vorzügliches, sehr lockeres und ausgezeichnet zerfallendes Kalk-

düngemittel, welches zur Verbesserung des versäuerten Bodens des Buntsandsteins im Solling meilenweit auf Landwegen verfrachtet wird.

Der Seekalk steht auf Seegrund nicht selten unmittelbar unter dem Wasser, so daß er mit der Torfstechmaschine gestochen werden und auf mit Brettern bedeckten Böcken an Land gekarrt, oder auf Kähnen dahin gefahren werden kann.

Der Wiesenkalk ist in den Moorgegenden häufig mit Moor und Torf bedeckt und unterhalb derselben durch Bohrer leicht festzustellen. Das Moor hat nicht selten soviel Kalk aufgenommen, daß es als Moormergel bezeichnet wird, wenn auch der Thongehalt nicht erheblich ist. Der Moormergel kann für die Verbesserung des Bodens von hohem Werte sein.

In manchen Gegenden mit fruchtbarem Boden treten diese Niederungsmergel als Muschelmergel mit erheblichem Kalkgehalt und mit etwas stickstoffhaltigem Humus auf, daneben mit gewissen Beimengungen von Phosphorsäure und Kali. Sie können vorzügliche Verbesserungsmittel darstellen.

An den flachen Meeresküsten, wie in Schleswig-Holstein, in Hannover und Oldenburg, wird unter dem Einflusse von Ebbe und Flut noch jetzt die kalkhaltige, an löslichem Stickstoff, an Phosphorsäure und Kali reiche Marscherde gebildet, ein für die Verbesserung des sandigen Bodens und des Hochmoors vorzügliches Gemenge, welches seit Jahren auf Kanälen zur Verbesserung des bedürftigen Bodens weit in das Land hinein verfrachtet wird. Ist der obere Boden auf Seeklaygrund durch Auslaugung und durch den Feldbau an Kalk verarmt, so kann durch die „Kuhlerde" des Untergrunds, welche noch vollen Gehalt hat, dem Bedürfnis abgeholfen werden. Der Gehalt dieser Kuhlerde an kohlensaurem Kalk ist wechselnd, er beträgt meist nicht mehr als 5—8 %. Durch die Auslaugung des kohlensauren Kalks und die Reduktion der Eisenverbindungen ist dieser reiche Meeresabsatz stellenweise in pflanzentötliche Pulvererde übergegangen, bei der die praktische Regel heißt: „Nicht anrühren"! Man kann dadurch seinen Boden leicht verderben.

Wer sich in seiner Gegend Mühe giebt, die geologischen Karten, welche jetzt in weit größerem Maßstabe als früher herausgegeben werden, genau zu studieren, und die nötigen Vergleichungen bei dem Grund und Boden vornimmt, wird daraus häufig die wichtigsten Andeutungen entnehmen können, welche für die praktische Wirtschaftsführung von höchstem Werte sind.

X. Zu welchen Früchten soll die Kalkzufuhr stattfinden?

Es liegt in der Natur der Sache, daß die kalkreichen Kulturpflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler, Kleepflanzen und Hülsenfrüchte, bei Verwendung von Kalk und Mergel zur Düngung besonders zu berücksichtigen sind, es sind dies zugleich die Pflanzen, welche zur Erzielung von proteinreichem Futter, stickstoffreichem Gründünger, überhaupt zur Stickstoffanreicherung der Wirtschaft so wesentlich beizutragen vermögen.

Von diesen Schmetterlingsblütlern können aber Lupinen und Serradella durch Kalkdüngung auch benachteiligt werden, die blaue und die weiße ostpreußische Lupine weniger als die gelbe. Diese wichtigen Kulturpflanzen lieben es, wenn die auch ihnen notwendige Kalknahrung dem kieselsauren, schwefelsauren oder humussauren Kalk entnommen und daraus löslich gemacht werden kann. Dr. Schultz-Lupitz wies nach, wie diese Benachteiligung von Lupinen und Serradella infolge von Kalk- nnd Mergeldüngung durch gleichzeitige stärkere Gaben von Kainit gemindert werden kann.

Im übrigen sind die meisten Kleepflanzen und Hülsenfrüchte auf kalkarmem Boden sehr dankbar gegen Kalkzufuhr, ja können ohne dieselbe überhaupt nicht gebaut werden.

Wird also in der Fruchtfolge Klee unter einer Sommerhalmfrucht, wie Gerste, oder unter einer Winterhalmfrucht, wie Roggen, eingesäet, so werden die kalkhaltigen Stoffe gern zu dieser Vorfrucht gegeben, um namentlich den Klee zu fördern. Man kann den kalkhaltigen Dünger auch zu den vorhergehenden Kartoffeln nach dem Auslegen derselben aufbringen, damit ihn die sorgsame Hackkultur innig mit der Krume vermengt. Der Kalk

wirkt bei dieser Art der Zufuhr weniger auf Schorf der Kartoffeln, als es sonst bei manchen Böden der Fall ist.

Ist Stalldünger zu Kartoffeln untergepflügt, so wird durch das Aufbringen des Kalks die Wirkung desselben beschleunigt. Bereits Patzig sagt in seinem „Ökonomieverwalter“ 1846 (S. 56): „Eine ganz vorzügliche Wirkung äußert der Kalk, wenn man ihn zu Kartoffeln verwendet, wo zu selbigen mit Stallmist gedüngt worden ist. Man streut ihn zur Zeit, wenn die Kartoffeln übergeeggt werden müssen, auf das Feld und bringt ihn mit der Egge unter; die Kartoffeln gedeihen ganz vorzüglich darnach.“ In der neueren Zeit hat Dr. Schultz-Lupitz auf die Methode, den Umsatz des organischen Düngers durch Kalk zu beschleunigen, besonders aufmerksam gemacht.

Ebenso werden, wenn Luzerne eine längere Reihe von Jahren gebaut werden soll, größere Mengen von Kalk oder Mergel vorher gegeben. Der vorhergehende mehrjährige Anbau von Hackfrüchten ist vor solchen perennierenden Futterkräutern um so angezeigter, je mehr der Boden vorher erst von Unkräutern, namentlich von Quecken, gereinigt werden muß. Die innige Vermengung der kalkhaltigen Stoffe mit dem Boden erfolgt dadurch kostenlos.

Auf den früher erwähnten rohen, versäuerten, kalkarmen Gestütsweiden in Beberbeck, wo kein kräftiges Pferd gezogen werden konnte, wurde der sandige Lehmboden der Hütungen vom Pächter Ulrichs auf seine Kosten drainiert und urbar gemacht, doppelgepflügt und zwei Jahre ohne Kalkzufuhr mit Kartoffeln in Pferdedünger bebaut. Die Zwischenbearbeitung der Kartoffelreihen geschah im Interesse der Durchlüftung und der Sauerstoffaufnahme der Eisenoxydul-Verbindungen in musterhafter Weise. Im dritten Jahre wurde nach den Kartoffeln mit 16,5 hl Ätzkalk (Stückkalk) auf ¼ ha gedüngt, mit Winterroggen bestellt und in demselben im Frühjahr Weißkleegras eingesäet.

Die Verwendung von Kalk und Mergel zu anspruchsvollen Ölpflanzen, wie Winterraps und Winterrübsen, insbesondere auf frischen Umbruch, ist sehr zu empfehlen. Bei Bestellung von Raps nach Brache oder mehrjährigem Kleegras ist diese Ver-

wendung auf kalkarmem Boden um so zweckmäßiger, als der Sommer eine günstige Zeit zum Aufbringen bildet und diese Ölpflanzen gegen Kalk und Mergel besonders dankbar sind. Durch das vielfache Pflügen und Eggen der Brache wird ferner eine innige Vermengung herbeigeführt.

Erbsen, Bohnen und Wicken sind auf vielen Bodenarten gegen Kalk und Mergel sehr dankbar, namentlich wenn die Zufuhr bereits im Herbst oder zur Vorfrucht stattfinden kann, und wenn es an Kali und Phosphorsäure nicht fehlt.

Als besonders dankbare Pflanzen sind ferner Zuckerrüben und Futterrüben hervorzuheben, wobei auf den gebundeneren Bodenarten namentlich gebrannter Kalk in Betracht kommt.

Eine zweckmäßige Verwendung ist auch das Überstreuen auf Kleegrasfelder, namentlich auf ältere derartige Bestände im Herbst, um dadurch die Kleepflanzen zu neuer Entwicklung zu bringen. Die so zu neuer Thätigkeit angeregten Kleepflanzen können als eine billige Stickstoffquelle in Form von Gründünger untergepflügt werden. Uhlemann in Görlitz bei Mügeln in Sachsen benutzt in dieser Weise bereits seit Jahren einen Teil seiner gebrannten dolomitischen Kalke. Auch auf die raschere Wirkung und bessere Nitrifikation der Kleegrasstoppel und Wurzelrückstände hat dies einen günstigen Einfluß. In letzterer Hinsicht wird von Schwerz vorgeschlagen, zu besserer Wirkung erst das Kleeland umzupflügen und nachher den Kalk aufzubringen.

Kalkhaltige Komposte sind in dieser Verwendungsweise seit langer Zeit bekannt, doch ist darauf zu achten, daß damit den Feldern keine Unkrautsamen zugeführt werden.

Andere Kulturpflanzen, auch solche, welche in ihrer Asche weniger Kalk enthalten, nehmen an dem Segen einer Kalkzufuhr ebenfalls teil. Namentlich haben auch unsere Getreidehalmfrüchte nachher häufig mit ganz anderem Erfolge gebaut werden können, besonders war Hafer dagegen sehr dankbar, und an die Stelle von Roggen trat zum Teil Weizen.

Wenn vor dem Unterpflügen von Gründüngungspflanzen etwas Ätzkalk oder feiner kohlensaurer Kalk übergestreut wird,

so wird die Umsetzung der organischen Stoffe und die Wirkung derselben als Dünger erheblich beschleunigt.

XI. Die Verwendung von Ätzkalk.

1. Allgemeines mit Bezug auf Verfrachtung.

Da Kalksteinlager, deren kohlensaurer Kalk durch Erhitzen in Brennöfen unter Abgabe der Kohlensäure in Ätzkalk übergeführt wird, in vielen Gegenden eine Seltenheit sind oder ganz fehlen, so ist die möglichst billige Verfrachtung mit der Eisenbahn oder auf Kanälen für die Förderung der Landeskultur um so mehr von Bedeutung, als erfahrungsgemäß auf sehr vielen Bodenarten ohne periodische Kalkzufuhr nicht mehr mit Erfolg gewirtschaftet werden kann. Es ist deshalb notwendig und anzuerkennen, daß die Eisenbahnverwaltungen diesen Gesichtspunkten nach Möglichkeit Rechnung zu tragen suchen.

Je reiner der Kalkstein ist, welcher gebrannt wird, um so wertvoller wird auch der gebrannte Kalk.

100 Teile chemisch reiner kohlensaurer Kalk verlieren beim Brennen 44 Teile Kohlensäure und es bleiben 56 Teile Kalkerde (Calciumoxyd) zurück, sofern nicht ungebrannte Reste sich der Zersetzung entzogen haben. Hochgradige Kalksteine von über 90 % Gehalt werden deshalb auch über 50 % Calciumoxyd liefern müssen, wozu natürlich noch die Nebenbestandteile, Thon, feine Kieselerde und dergl. kommen, welche als Verunreinigungen vorhanden sind.

Dolomit, die Doppelverbindung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, verliert beim Brennen etwas mehr Kohlensäure und es geht etwas weniger Ätzkalk und Ätz-Magnesia daraus hervor.

Vom Standpunkte der Verfrachtung ist hier also zu bemerken, daß mit dem gebrannten Kalke weit weniger Masse, nur etwas über die Hälfte, bewegt zu werden braucht, als das Ursprungsgestein ausmacht, indem die ausgetriebene Kohlensäure nicht mit bewegt wird. Bei gleichen Frachtpreisen kann dies kohlensaurem

Kalke gegenüber sehr in Betracht kommen. Im Boden wird, wie schon früher bemerkt, die Kohlensäure aus Luft und Boden größtenteils wieder aufgenommen.

Auch das zu Staub gelöschte Kalkhydrat, welches etwa $^1/_3$ des Calciumoxyds an Wasser aufgenommen hat und vereinzelt von Kalkwerken hergestellt wird, damit es sofort mit Maschinen gestreut werden kann, wird dadurch für die Verfrachtung um den genannten Betrag ($^1/_3$) beschwert, was bei weiten Entfernungen ins Gewicht fällt.

In der Form der Kalkasche der Kalköfen (Abfallkalk) wird in der Regel eine zwar wesentlich billigere, aber durch Wasser- und Kohlensäure-Aufnahme beschwerte und geringerwertige Masse geliefert, welche indessen infolge billiger Frachtsätze auf weite Entfernung hin Verwendung gefunden hat. Die sehr feine Verteilung dieser „Kalkasche“ bewirkt ein starkes Stauben beim Aufbringen auf das Feld und kann deshalb lästig werden. Aus diesem Grunde ist in der neueren Zeit der wasserfreie gebrannte Stückkalk von den Kalkwerken verschiedentlich gemahlen in den Handel gebracht worden, um unmittelbar mit der Maschine gestreut werden zu können, was bereits von manchen Landwirten trotz des etwas erhöhten Preises mit Vorteil ausgeführt wird.

Bei allen diesen Stoffen ist naturgemäß maßgebend, wie viel an Calciumoxyd (bei gebranntem Dolomit zugleich an Magnesiumoxyd) vorhanden ist.

2. Soll gebrannter Kalk oder gebrannter dolomitischer Kalk gewählt werden?

Da die Magnesia ein notwendiger Pflanzennährstoff ist, so kommt unter Umständen, namentlich bei Mangel derselben im Boden, auch die Frage der bezüglichen Nährstoffzufuhr mit in Betracht. Im allgemeinen wirkt gebrannter Kalk rascher und kräftiger, gebrannter Dolomit langsamer. Wo, wie bei Thon- und bindigen Lehmböden, die kräftigere Wirkung notwendig, ist gebrannter Kalk mehr am Platze, wo man dagegen, wie bei Sandböden, in dieser Hinsicht vorsichtig sein muß, hat sich gebrannter

Dolomit bewährt. So wird auf den sandigen Bodenarten der Nieder-Lausitz und des südlichen Teils der Mark Brandenburg der sogenannte niedersächsische Graukalk, ein gebrannter Dolomit aus der Gegend von Ostrau-Mügeln im Königreich Sachsen, seit Jahren mit großem Erfolg verwendet, während auf den gebundenen kalkarmen Diluviallehmböden der Ober-Lausitz der gebrannte Kalk zur Kalkdüngung sogar von Gogolin mit Vorteil bezogen wird.

Die früher erwähnten physiologischen Forschungen von Wolff, Böhm und Löw sind in der neueren Zeit von einzelnen Kalkwerksbesitzern benutzt worden, um die gebrannten kalkhaltigen Stoffe nur nach ihrem Gehalte an Calciumoxyd im Werte zu vergleichen und den Gehalt an Magnesia im Dolomit gänzlich unberücksichtigt zu lassen. Wenn also ein hochgradiger gebrannter Kalk 90 % Calciumoxyd, der gebrannte Dolomit der Ostrauer Gegend neben 38 % Magnesia nur 55 % Calciumoxyd enthält, so ist versucht worden, beide im Werte zu Ungunsten des gebrannten Dolomits und zu Gunsten des Ätzkalks nach diesen Verhältniszahlen des Calciumoxyds (90 : 55) zu klassifizieren.

Die von mir früher angeführten wissenschaftlichen Thatsachen und die daraus zu ziehenden Folgerungen ergeben, daß diese Art, seitens der Konkurrenz den gebrannten dolomitischen Kalk im Werte herunterzudrücken, als berechtigt nicht angesehen werden kann.

Was die wissenschaftliche Seite dieser Frage betrifft, so verweise ich besonders auf die früher angeführten von Beyer und Fittbogen zu Regenwalde gefundenen Zahlen, aus denen die aufschließende Kraft der Magnesia deutlich hervorgeht, ferner auf die neueren von Kellner in Möckern vorgenommenen und im landwirtschaftlichen Vereinsblatte des Königreichs Sachsen veröffentlichten Untersuchungen, welche ebenfalls den auf Sandboden, auch auf Lehm- und Thonboden, altbewährten gebrannten dolomitischen Kalk als hochwertig anerkennen.

3. Ist gebrannter Stückkalk oder der Abfallkalk der Kalköfen vorzuziehen?

Die großen Kalkwerke, welche, wie in Rüdersdorf und in Oberschlesien, viel Baukalk liefern, haben stets auch viel Abfall-

kalk abzugeben und so wird der letztere häufig sehr billig berechnet, in Gogolin z. B. zu 10 Pf. für 50 kg. Er ist aber durch steigende Verwendung, zum Teil durch die von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft ausgehenden Anregungen allmählich teurer geworden, in Rüdersdorf bis zu 35 Pf. für 50 kg, wechselnd, je nachdem die Bauindustrie viel oder wenig Baukalk verlangte.

Der Nutzwert dieser Kalkasche ist sehr verschieden, je nachdem dieselbe frisch vom Ofenabfall abgefahren wird und noch kein Wasser und keine Kohlensäure angezogen hat oder je nachdem sie lange Zeit an der Luft Wind und Wetter ausgesetzt gewesen ist und nach Aufnahme von viel Kohlensäure im Gehalte an Ätzkalk mehr oder weniger zurückgegangen, vielleicht auch sogar naß und schmierig geworden ist. Die frische Kalkasche guter hochgradiger Kalksteine kann zum Teil zu 70—80 % Calciumoxyd gerechnet werden, während sie bei geringeren Kalksteinen und langer Lagerzeit viel weniger wert ist. Die Kalkwerke haben sich deshalb bisher nicht gern darauf eingelassen, eine Bürgschaft für den Gehalt zu übernehmen, was erst in letzter Zeit sich zu ändern anfängt. Wenn große Lagerräume vorhanden sind, hat es auch keine Schwierigkeit, solche Bürgschaft zu übernehmen.

Die Firma Ernst Rammelberg in Magdeburg bietet diesen Abfallkalk sogar in gemahlenem Zustande und mit bestimmtem Gehalte an. Auf der Ausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Berlin 1894 war er mit Minimalgarantie von 60—70 % Calciumoxyd ausgestellt, sodaß er in dieser Form unmittelbar mit der Maschine gestreut werden konnte. Beim Verkauf in Käufers Säcken betrug der Preis 40 Pf. für 50 kg.

Es ist das als ein Fortschritt zu bezeichnen, nur darf der Dungstoff dadurch nicht zu sehr verteuert werden. Der Firma Rammelberg ist dafür auf der genannten Ausstellung eine besondere Anerkennung bewilligt worden.

Die sehr abweichenden Ansichten über den Erfolg hängen mit diesen Thatsachen zusammen. Die wechselnde Zusammensetzung, wie sie die Kalkwerke bisher in der Regel geliefert haben, ferner weite Verfrachtungen sind der Grund gewesen, weshalb manche

Landwirte dem gebrannten Stückkalk entschieden den Vorzug gegeben haben, bei dem eine bestimmte Bürgschaft für den Gehalt in der Regel leicht zu haben ist und auch verlangt werden muß. Es kommt schließlich darauf an, wie viel kosten 100 kg Kalkerde (Calciumoxyd) frei Acker oder demselben beigemengt. Die Verwendung von gebranntem Stückkalk wird um so mehr zunehmen, je mehr der Abfallkalk im Preise steigt und die Frachtpreise für Düngezwecke bei beiden gleich behandelt werden. Das Auftreten von Baukrisen und das Fehlen der Kalkasche kann zeitweise die Benutzung des Stückkalks begünstigen.

4. Wirtschaftliche Rücksichten beim Beziehen von Ätzkalk.

Für den Fall, daß der gebrannte Kalk in großen Mengen von einer Bahnstation mit Gespann weit abgefahren werden muß, ist es wirtschaftlich sehr verschieden zu beurteilen, in welcher Zeit des Jahres dies vorgenommen werden soll, da in der Winterperiode die Arbeitskraft einen andern Preis hat als in der Sommerperiode, und weit mehr verfügbar ist. Im Sommer werden fremde Gespanne genommen werden müssen und die Arbeit stellt sich viel teurer. Die nach Möglichkeit zu erstrebende Verbilligung wird auch hierbei entscheidend sein müssen.

Der gebrannte Kalk kann nun auf dem Felde, ähnlich wie in Kartoffelmieten, oder in noch größeren Haufen leicht aufbewahrt werden, an einer nicht feuchten Stelle, mit einer 25 cm starken Erddecke. Ein Teil des Ätzkalks wird hierbei zu staubförmigem Kalkhydrat zerfallen, kann auch etwas Kohlensäure anziehen, ohne daß dies als ein besonderer Nachteil zu bezeichnen wäre. Der Kalk kann sofort an den Rand des Feldes, wo er verwendet werden soll, gefahren werden, wodurch das Aufbringen nachher rascher von statten geht. Wer einen eigenen Kalkofen besitzt und den gebrannten Kalk nicht unmittelbar zu verwenden vermag, kann denselben ebenso behandeln. Es ist dabei stets zu berücksichtigen, daß der gebrannte Kalk nur zu Staub zerfallen und sich nicht mörtelartig mit Wasserüberschuß löschen darf, wodurch er für die Verwendung und den Erfolg sehr viel weniger wert wird. In der Praxis ist er vereinzelt auch im Winter bei schneefreiem Frostwetter gebreitet worden.

Auch für die Verfrachtung des gebrannten Kalks, namentlich auch beim Schiffsversandt in geschlossenen Behältern, sind diese Gesichtspunkte sehr wichtig. Beim Abholen des gebrannten Kalks mit Fuhrwerk auf größere Entfernung ist zu beachten, daß den Gespannen Stroh und Laken zum Bedecken des Kalks mitgegeben werden, damit bei eintretendem Regen der Kalk trocken bleibt und das Laken durch das Stroh vor dem stark ätzenden und zerstörenden Kalkhydrat geschützt wird. Als Laken sind alte zusammengenähte Säcke verwendbar.

5. Die Anlage von Kalköfen und Kalkzerkleinerungswerken.

Unter Umständen, sofern Kalkstein vorhanden ist, kann die Anlage eigener Brennöfen im Interesse des Besitzers größerer Gutsflächen oder ganzer Gemeinden liegen, namentlich da, wo Eisenbahnen zu weit entfernt oder die Zufuhrwege zu ungünstig sind. Der Wechsel kalkreicher und kalkarmer Formationen im Gebirgs- und Hügellande fordert dazu nicht selten geradezu auf.

Unter Umständen ist es das Billigste, wenn der Landwirt sich einen eigenen Kalkofen anlegt, um dem Kalkbedürfnis seines Bodens bald abhelfen zu können. Der trichterförmige belgische Kalkofen, beschickt mit Kalkstein im Wechsel mit etwa $^1/_4$ Steinkohlen, ist für diese Zwecke zu empfehlen, namentlich weil derselbe zu billigen Preisen hergestellt werden kann. Auch Gemeinden oder Genossenschaften von bäuerlichen Besitzern haben dieses Hilfsmittel mit Vorteil in Anwendung gebracht, zum Teil um den eigenen Bedarf an Düngekalk zu decken, zum Teil um einen Überschuß käuflich abzugeben*).

Beabsichtigt man, sich einen Kalkofen zum Brennen des Kalks anzulegen, so ist die Frage, wo wird der Ofen am zweckmäßigsten aufgeführt: am Kalksteinbruch selbst oder in der Nähe des Verbrauchsortes, wohin dann die gegenüber Ätzkalk wesentlich größeren Massen des kohlensäurehaltigen Kalksteins bewegt werden müssen.

---

*) Die bildliche Darstellung eines belgischen Kalkofens wird später gegeben.

In Beberbeck bei Hofgeismar wurde früher der rohe Kalkstein eine Stunde weit angefahren, um in einem Ofen mit periodischem Betrieb mit Holz gebrannt zu werden, wobei sich die Unkosten der Herstellung auf 1,50 Mk. für 100 kg Ätzkalk stellten. In wenig davon entfernten Gemeinden, wo die Kalköfen unmittelbar am Kalksteinbruch standen, wurde damals (in den 60er Jahren dieses Jahrhunderts) der Ätzkalk, mit Steinkohlen gebrannt, bereits zu 50—60 Pf. für 100 kg hergestellt.

Kalkstein kann im übrigen in allen Ziegelöfen gebrannt werden; in kontinuierlichen Ringöfen kommt, wie bei gebrannten Steinen, die Ersparung an Brennstoff sehr zur Geltung. Lockere Wiesenkalke oder sogenannte Seekreide können, wie Torf gestochen und an der Luft getrocknet, wie Ziegelsteine in Ziegelöfen oder in liegenden Flamm- oder auch in Trichteröfen gebrannt werden. Das sehr häufige Vorkommen des Wiesenkalks in manchen Gegenden, namentlich in Norddeutschland, macht hier also die Selbstherstellung von gebranntem Kalk an vielen Stellen möglich, wo die Verfrachtung zu teuer wird. In Norddeutschland ist dies früher häufiger der Fall gewesen als in der Gegenwart, in welcher der gebrannte Kalk auf zahlreichen Eisenbahnlinien auf große Entfernung billig verfrachtet wird. So geht der gebrannte Kalk von Gogolin und Groß-Strehlitz in Oberschlesien bis in die Ostseegegenden, nach Posen, West- und Ostpreußen, Königreich Sachsen und Brandenburg, von Rüdersdorf bei Berlin in weite Gebiete Norddeutschlands, von Halle in Westfalen bis nach Schleswig-Holstein. Die Kalke Hannovers und der Harzgegenden werden weit vertrieben.

Es giebt aber bei schlechten Bahnverbindungen und bei billigen Brennstoffen auch Fälle, in welchen trotz des umständlichen Streichens und Trocknens des Wiesenkalks diese Selbstgewinnung doch noch am Platze sein kann. In einem Falle in Pommern stellt sich der Selbstkostenpreis für gebrannten Wiesenkalk auf 65 Pf. für 50 kg. In einem andern Falle in Ostpreußen wird derselbe zu 1 Mk. für 50 kg für Bauzwecke verkauft. In vielen Fällen ist allerdings, wie wir später sehen werden, das Auf-

bringen des Wiesenkalks in ungebranntem, unter Umständen in getrocknetem und gemahlenem Zustande, und besonders bei leichten Bodenarten mehr zu empfehlen.

Überall hat hier der Rechenstift zu entscheiden: was kostet 1 kg Calciumoxyd in den verschiedenen Formen, welche verwendet werden, und in Hinsicht auf das Aufbringen auf den Acker und auf die Erfolge.

Im Waldeckschen stehen Trichteröfen, welche meist den reichlich vorhandenen sehr hochgradigen Zechsteinkalk benutzen und am Steinbruche selbst angelegt sind, bei Gutsbesitzern und in Gemeinden in häufiger Verwendung. Aus dem Zechsteinkalk wird daselbst ein vorzüglicher Ätzkalk gewonnen und derselbe auf die kalkarmen Bodenarten des westlich vorliegenden rheinischen Schiefergebirges und des östlich anlagernden Buntsandsteins weithin versandt. Vor mehreren Jahren hat der Besitzer von Cattenstedt bei Blankenburg am Harz sich einen ziemlich teuren Schachtofen gebaut, um aus den kleinen aber hochgradigen Bruchstücken des dortigen Muschelkalks gebrannten Kalk zur sehr reichlichen Bedüngung des schweren störrigen roten Thonbodens (Röth) daselbst zu gewinnen. Herr Vibrans in Wendhausen bei Hildesheim hat noch vor kurzem einen trichterförmigen Kalkofen für sein im allgemeinen nicht kalkarmes Gut angelegt.

Das Vermahlen von Kalkstein, auch von gebrannten Kalken, kann für viele Zwecke angezeigt sein, namentlich wenn billige Wasserkräfte für diesen Zweck benutzt werden können. Kugelmühlen, Mahlgänge und Kollergänge können für diesen Zweck in Anwendung kommen. In der Regel schließt sich die Herstellung solcher gemahlenen Erzeugnisse dem größeren Fabrikbetriebe am besten an. Für Kalkmergel, sowie für getrocknete Wiesenkalke kann dieses Zerkleinern ebenfalls in Anwendung gebracht werden. Auf Gütern, welche billige mechanische Kräfte besitzen und viel Bedarf haben, kann die Aufstellung einer Mahleinrichtung für diese Zwecke sich stellenweise empfehlen. Um anhaftende geringere Mengen von Feuchtigkeit unschädlich zu machen und um das Rohmaterial nicht durch künstliche Wärme trocknen zu müssen, kann es unter Umständen

zweckmäßig sein, etwas frischen gebrannten Stückkalk vor dem Vermahlen zuzusetzen, wie es Großwendt & Blunck in Hamburg auf den Vorschlag des Verfassers zuerst ausgeführt haben. Eine Beigabe von 10—20 % Ätzkalk ist dazu häufig schon ausreichend. Herr Röder zu Lichtenberg bei Berlin benutzte früher ein Göpelwerk mit Kollergang, um die in der Großstadt unentgeltlich zu habenden Stuck-Gips-Abfälle für Düngungszwecke zu zerkleinern.

6. Das Aufbringen des Ätzkalks auf den Acker.

Für die Art des Einbringens in den Boden ist maßgebend, daß eine möglichst innige Vermengung der Kalkteilchen mit dem oberen Boden herbeigeführt werden soll, und daß dies zur Genüge nur in staubförmigem Zustande des gebrannten Kalks möglich ist. Trockenes Wetter begünstigt eine derartige innige Vermengung, wie sie durch mehrfach wiederholtes Eggen mit Schuh- und Krümmeregge und flaches Unterpflügen erzielt werden soll. Dabei wird durch möglichst beschleunigtes Einbringen in den Boden die aufschließende und entsäurende Wirkung am kräftigsten vor sich gehen, was bei Thonboden bedeutsam ist. Ist der gebrannte Kalk, wie früher angegeben, bereits in größerer Menge in kohlensauren oder humussauren Kalk übergeführt, so wird bei sandigem Boden seine Wirkung eine langsamere sein; dasselbe ist bei gebranntem Dolomit der Fall.

Es giebt im wesentlichen drei Arten des Aufbringens, welche im großen benutzt werden. Bei der einen Art wird der gebrannte Kalk in einem Kastenwagen möglichst frisch und unverändert, bei der zweiten in vorher mit Wasser zu staubförmigem Kalkhydrat gelöschter Form auf das Land gefahren und verteilt. Nach der dritten, noch wenig angewendeten Methode wird der durch Vermahlen künstlich in Pulverform übergeführte frische Ätzkalk mit Kalkstreumaschinen unmittelbar auf das Feld gestreut.

a) Der Kalk wird frisch und möglichst unverändert auf das Feld gebracht.

Das Wesen dieser Methode besteht darin, daß der gebrannte Kalk in kleinen, gleich großen und regelmäßig verteilten Haufen, mit einigen

Stich Erde bedeckt, sich selbst überlassen wird, um aus der Umgebung so viel Feuchtigkeit aufzunehmen, daß er zu staubförmigem Kalkhydrat zerfällt und so der Krume innig beigemengt werden kann. Es liegt in der Natur der Sache, daß dies erst nach einiger Zeit, häufig in 10—14 Tagen vor sich geht, und daß das Aufbringen deshalb entsprechend mehr Zeit kostet. Das Bedecken mit einem Stich, etwa 10—15 cm, Erde ist erforderlich, damit der gebrannte Kalk sich nicht durch einen plötzlichen starken Regen mörtelartig und breiartig löscht und dann der Krume nicht in wünschenswerter Weise beigemengt werden kann. In diesem Falle ist nicht der halbe Erfolg zu erwarten. Es ist vorgekommen, daß auch bei der angegebenen Erddecke bei wolkenbruchartigen Regenfällen zu viel Wasser zum gebrannten Kalk gelangt ist, doch muß dies ja immerhin als Ausnahme bezeichnet werden. Aus gleichem Grunde müssen die mit Erde bedeckten kleinen Haufen wiederholt nachgesehen werden, ob nicht vielleicht durch Platzen der Erddecke infolge der dreifachen Raumvermehrung der Kalk an die Oberfläche gekommen ist, damit derselbe sofort wieder mit neuer Erde bedeckt wird. Die möglichst gleichmäßige Verteilung wird durch eine größere Anzahl von Haufen erleichtert.

Wird beispielsweise je 1 Haufen gebrannter Kalk auf eine Fläche von 5:5 m, also auf 25 qm, ausgeteilt, so entfallen auf 1 a (100 qm) = 4 Haufen, auf 1 ha = 400 Haufen. Soll 1 ha mit 2000 kg gebrannten Kalks gekalkt werden, so würde die Menge für jeden Haufen im Durchschnitt = 5 kg, bei 4000 kg auf den Hektar im Durchschnitt = 10 kg betragen. Verfasser hat in Hessen Jahre lang gesehen, daß auf je eine Qu.-R. ein Haufen gerechnet wurde. Im einzelnen gestaltet es sich wie folgt: Der frische gebrannte Kalk wird vom Ofen oder von der Bahn in gleich großen Kastenwagen, wie man sie zu Kartoffeln gebraucht, und deren Inhalt man kennt, mit Stroh und einem Laken bedeckt, abgefahren. Auf dem Felde wird vermessen, welche Fläche durch einen Kastenwagen gedüngt wird. Das zu kalkende Feld wird mit Meßlatte („Meßrute") übergangen und an den bestimmten Stellen (also in 5 m Abstand im Geviert- oder noch besser im Gefünftverband) mit der Hacke ein

kleines Loch gehackt oder ein kleiner Zweig eingesteckt als Zeichen dafür, daß an dieser Stelle die für 25 qm bestimmte Menge Ätzkalk abgeladen werden soll. Der herangefahrene Kalk wird in gleich großer Menge nach dem Augenmaß (vorher sind Probewägungen vorzunehmen!) auf einer Holzwanne, der für den Hektar beabsichtigten Gesamtmenge entsprechend, an den bezeichneten Stellen für je 25 qm Fläche abgeladen und der Haufen sofort mit Erde bedeckt. Das unbedeckte Liegenlassen über Nacht birgt die Gefahr in sich, daß durch den Eintritt von Regen die ganze Sache verdorben, das Geld also weggeworfen wird. Will man bei dieser Methode das Zerfallen beschleunigen und rascher fertig werden, was wirtschaftlich notwendig sein kann, so läßt man dem Kalkwagen einen Wagen mit Wasser folgen und gießt mit einer Gießkanne mit Brause auf den Kalkhaufen vor dem Decken mit Erde $^1/_3$ des Gewichts vom Kalk, also auf 5 kg gebrannten Kalk nahezu 2 l Wasser oder, was noch wirksamer ist, man taucht die in einem Korbe vom Wagen genommene bestimmte Menge von Ätzkalk in eine hinter dem Wagen nachgefahrene Tonne mit Wasser bis zum Entweichen der Luftblasen und wirft denselben darauf auf die bestimmte Stelle, ihn mit Erde bedeckend. Unter dieser Decke wird dann in der Regel der Kalk schon in 1—2 Tagen soweit zerfallen sein, daß die Verteilung vorgenommen werden kann. Herrscht nasses Wetter, bei welchem die Ausbreitung des zu Staub zerfallenen Ätzkalks nicht vorgenommen werden darf, so kann er auch längere Zeit in diesen kleinen Erdhaufen liegen bleiben, bis bei trockenem Wetter eine gute Verteilung möglich ist.

Die weitere Ausführung beruht darauf, daß der zu Staub zerfallene Ätzkalk mit der auf- und unterlagernden Erde mittelst der Schaufel tüchtig durchgemengt und dann möglichst gleichmäßig auf der ganzen Fläche ausgebreitet wird, ein Verfahren, das thunlichst sorgfältig ausgeführt werden muß. Wie beim Breiten des Stalldüngers soll nach der Verteilung auf dem ganzen Felde kein Quadratfuß (10 qdm) Boden vorhanden sein, worauf nicht Kalk liegt. Das genannte Durchmischen mit Erde erleichtert diese gleichmäßige Verteilung in hohem Grade.

b) Der gebrannte Kalk wird vor dem Ausbreiten mit Wasser zu trockenem staubförmigem Kalkhydrat abgelöscht.

Es wurde bereits ausgeführt, daß gebrannter Kalk an der Luft Wasser anzieht und allmählich zu trockenem Kalkhydrat-Staub zerfällt. Das dazu erforderliche Wasser kann demselben auch unmittelbar zugeführt werden, sodaß er diese staubförmige Beschaffenheit alsbald erhält und zum Aufbringen und Ausbreiten fertig ist. Es geschieht das zweckmäßig dadurch, daß der gebrannte Kalk in Körben kurze Zeit in mit Wasser gefüllte Tonnen untergetaucht wird, bis die Luftblasen entwichen sind und die nötige Wassermenge aufgenommen ist. Der gebrannte Kalk zerfällt dann in kurzer Zeit in trockenes Pulver und kann auf das Feld gebracht werden. Er erhält dadurch allerdings auch alsbald die Eigenschaft starken Staubens, welche für die weiteren Arbeiten nicht ohne Unbequemlichkeiten ist. Bei der zuerst genannten Art des Aufbringens wird die Arbeit durch derartiges starkes Stauben weniger erschwert. Der reinste gebrannte Kalk zerfällt hierbei am rascheſten, der dolomitische Kalk weniger rasch. Es ist meist zweckmäßig, denselben in größeren Haufen noch kurze Zeit mit einer dünnen Schicht Erde bedeckt aufzubewahren, bis er vollständig zerfallen ist.

Das Ablöschen mit Wasser kann unmittelbar beim Kalkofen (wenn der Wirtschaftsleiter den Kalkstein selbst brennen läßt) oder in einem Schuppen am Hofe oder erst auf dem Felde vorgenommen werden, wo der Kalk verwendet werden soll. Befindet sich Wasser nahe am Felde, so ist am wenigsten Masse zu bewegen. Der Inhalt eines Kastenwagens wird dann nach dem Ablöschen zweckmäßig auf dem Felde noch auf 1—2 Tage mit Erde bedeckt.

Der hinreichend zerfallene Kalk wird bei trockenem Wetter entweder mit gut gebauten Handkarren auf dem Felde auseinander gefahren und mit Schaufel aus dem Karren regelmäßig gestreut und verteilt, oder man benutzt zum Auseinanderfahren breite und niedrige Holzkastenwagen mit niedrigem Rande, von denen das Ausstreuen mit Schaufel sofort vorgenommen wird.

Beim Fahren und Streuen ist je nach der Windrichtung zu berücksichtigen, daß den Arbeitern und Arbeitstieren der Kalkstaub möglichst wenig in die Augen gelangt. Da dies nicht immer ganz zu vermeiden ist, so sind Schutzvorrichtungen, namentlich Schutzbrillen für die Augen, zu verwenden. Auch hat man die Pferde wohl mit alten Decken behängt. Ist Kalkstaub den Arbeitern in die Augen gekommen, so ist dicker, süßer Rahm nach Stephens ein gutes Mittel, die Schmerzen zu lindern. Haben die Pferde viel Kalkstaub ins Haar bekommen, so lasse man sie nach dem Ausspannen gründlich mit Stroh abwischen und abbürsten.

Der Abfallkalk der Kalköfen, die sogenannte Kalkasche, ist meist in weit höherem Grade zerfallen, wonach sich die Behandlung zu richten hat. Im besonderen staubt er von vornherein weit mehr als Stückkalk.

c) Der gemahlene gebrannte Stückkalk oder Abfallkalk wird mit der Düngerstreumaschine gestreut.

Das Streuen mit der Düngerstreumaschine hat den Vorzug, daß der gebrannte Kalk sofort gestreut und mit größerer Gleichmäßigkeit verteilt wird als bei den beiden zuerst genannten Verfahren. Voraussetzung sind gute Streumaschinen, welche bei gebranntem Kalk in der Regel größere Massen bewältigen müssen, als es bei den meisten andern käuflichen Dungstoffen der Fall ist.

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft hat deshalb der Gewinnung guter Kalkstreuer wiederholt ihre Aufmerksamkeit zugewendet. Bereits für die Ausstellung zu Breslau war ein Preis (eine große silberne Preismünze) für eine Maschine ausgesetzt, welche 800—2000 kg gebrannten Kalk und 1200—4000 kg Handelsmergel auf den Hektar streut. Den Preis erhielt die von Berthold Hirschfeld in Breslau ausgestellte Kalkstreumaschine IV, angefertigt von E. Hampel zu Haunold bei Gnadenfrei in Schlesien, welche 800—2400 kg Kalk befriedigend streute und geringe Zugkraft in Anspruch nahm, und bei der auch faustgroße Steine das Streuen nicht störten. Die von M. und L. Lins zu Berlin ausgestellte Bandboden-Düngerstreumaschine befriedigte ebenfalls, verlangte indessen zuviel Zugkraft und erschien zweifelhaft hinsichtlich

der Dauer der Bürsten. Bei beiden besteht der Übelstand, daß sie weit weniger breit streuen, als ihre Spurbreite beträgt. Die Hampelsche Maschine ist die billigere von beiden. Obwohl diese Maschinen die verhältnismäßig besten waren, wird doch in dem betr. Berichte im Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für 1888 hinzugefügt, daß sie den Anforderungen der Landwirtschaft noch nicht vollständig entsprechen.

Ein zweiter Preisbewerb für Kalkstreuer fand 1895 bei Gelegenheit der Ausstellung zu Köln statt. Das Ergebnis war folgendes:

Am Wettbewerb beteiligten sich die Fabrikanten H. C. Fricke zu Bielefeld, E. Hampel zu Haunold bei Gnadenfrei in Schlesien und Ed. Schwartz & Sohn zu Berlinchen (Neumark). Alle drei Maschinen arbeiteten nach dem Urteile der Preisrichter gut. Die Maschine von Schwartz verlangte Material ohne Steine, die von Fricke zeigte sich gegen kleine Steine unempfindlich und die Hampelsche erlitt auch dann keine Störungen, wenn der zu streuende Kalk mit größeren Steinen verunreinigt war. Dieser Punkt und die große Einfachheit der Bauart veranlaßten die Preisrichter, der Hampelschen Maschine den einzigen Preis dieser Klasse (300 Mk.) zuzuerkennen. Über der Streuwelle ist bei derselben ein Gitter angebracht, weshalb gelöschter ungesiebter Kalk in jeder Menge bis 2000 kg auf 1 ha gestreut werden kann. Streubreite 2 m, Gewicht rund 285 kg, Preis ab Bahnhof Gnadenfrei 260 Mk.

Im Übrigen können gut arbeitende Düngerstreumaschinen, deren Aufnahmekasten groß genug ist, auch zum Streuen von gut zerkleinertem Kalk, auch Kalkmergel, verwendet werden. Nach der Kalkumfrage von 1891/92 wurden dazu thatsächlich folgende Maschinen gebraucht:

2mal die verbesserte Hampelsche (Gassen),
4 „ „ von Schmidt & Spiegel,
2 „ „ „ Schlör,
1 „ „ „ Dehne,
1 „ „ „ Zimmermann.

Die Verwendung des gemahlenen gebrannten Kalks wird wegen dieser besonderen Zurichtung und wegen des Versandes in Säcken (die Säcke müssen bald entleert werden, weil der aus der Luft Wasser anziehende gebrannte Kalk ätzend wirkt) etwas teurer im Material (einzeln 10 Pfg. für 50 kg mehr), die Ausbreitung und Verteilung ist indessen eine wesentlich leichtere, gleichmäßigere, und deshalb sparsamere. Das Material kann aufbewahrt und fast zu beliebiger Zeit ausgestreut werden. Betreffs des Staubens sind auch für die Arbeiter keine Schwierigkeiten vorhanden. Es können auch geringe Mengen leicht ausgestreut werden. Für viele Zwecke wird diese Methode deshalb diejenige der Zukunft werden. Bei starkem Winde kann unten an der Maschine ein schwebendes Leinen befestigt werden.

Je nach der sich mehrenden Verwendung werden sich auch die Kalkwerksbesitzer mehr und mehr darauf einrichten, den gebrannten Kalk in dieser Form liefern zu können. Der ausgestreute Kalk kann dann sofort dem Boden beigemengt werden und nimmt bald das Wasser auf, um ätzend und aufschließend zu wirken.

Herr Güteradministrator Otto zu Neurode bei Vorderheide (Schlesien) hat in der neueren Zeit die Aufbewahrung des gemahlenen gebrannten Kalks in verschlossenen Tonnen vorgeschlagen, wodurch derselbe zu jeder Zeit verwendungsfähig sein würde. Manche Kalkwerke liefern diesen gemahlenen gebrannten Kalk in eigenen Säcken, die nach mehrmaliger Verwendung unbrauchbar werden, und verrechnen dies auf den Preis. Die Firma Schenk & Vogel zu Förderstedt bei Staßfurt hatte denselben bereits auf der Ausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Magdeburg 1889 ausgestellt und machte im Ausstell-Verzeichnis auf die Vorzüge der Verwendung (gleichmäßigere Verteilung) aufmerksam.

Bei Schneckenplage in den Wintergetreidefeldern im Herbst ist das Ausstreuen mit Maschine zur Vertilgung der Schnecken ebenso wirksam wie leicht durchführbar.

Das Ausstreuen des gebrannten Kalks mit der Hand, welches vereinzelt vorkommt, ist im allgemeinen nicht zu empfehlen, weil die Unbequemlichkeiten und Nachteile für die Arbeiter zu groß sind.

7. Welche Mengen von Ätzkalk sollen angewendet werden?

Je nach der Natur des Bodens, der Art der Kulturpflanzen und der Häufigkeit ihrer Wiederkehr ist die Frage verschieden zu beantworten.

Bei der Stärke der im Boden stattfindenden natürlichen Auslaugungsvorgänge, durch welche um so mehr lösliche Kalkverbindungen in den Untergrund fortgeführt werden können, je länger der Boden mit Pflanzen nicht bestanden ist, ist es im regelmäßigen Wirtschaftsbetriebe meist zu empfehlen, auf einmal immer nur geringere Mengen Kalk zu geben, aber öfter damit zu kommen. Bei Beginn einer derartigen Bodenverbesserung und unter ungünstigen Verhältnissen, beispielsweise bei einem stark versäuerten, eisenschüssigen, störrigen und verschlossenen Thon und Lehm, ist ein Erfolg indes meist nur durch stärkere Kalkgaben zu erzielen. Durch solche Ätzkalkgaben kann nach erfolgter Entwässerung ein derartiger Boden wesentlich umgestaltet und verbessert werden und je nach der Natur des Untergrundes hat diese Verbesserung mehr oder weniger Erfolg. Große Mengen von Ätzkalk bedingen dabei oft große Kosten und bei schlechtem Untergrunde und unter ungünstigen Verhältnissen kann es fraglich sein, wie weit sich dieselben bezahlt machen. Der in der norddeutschen Ebene so vielfach verbreitete Untergrund von Diluvial-Lehmmergel ist in dieser Hinsicht anders zu beurteilen, als wenn kalkarmer, kaltgründiger, versäuerter strenger Lehm und Thon auf größere Tiefe vorhanden ist.

Es ist also ein Unterschied zu machen bei Neuland und bei älterem Kulturland und wiederholter Kalkzufuhr. So giebt Guradze für sein Gut Kotlischowitz bei Tost in Oberschlesien an, daß er in der

ersten Periode		6000 kg	Kalkasche
zweiten „		4000 „	„
dritten „	nur	2000 „	„

auf 1 ha Ackerland angewendet habe.

Ferner ist zu berücksichtigen, wie viel Kalk je nach der Natur

der Kulturpflanzen, namentlich wenn starke Verkaufswirtschaft stattfindet, dem Boden entzogen worden ist. Rechnet man acht Nutzjahre einer Luzerneernte und jährlich durchschnittlich 7000 kg Luzerneheu (in 3 Schnitten), so würden mit diesen 56 000 kg Luzerneheu auf den Hektar 1411 kg Kalkerde und 173 kg Magnesia dem Boden entzogen worden sein. Es ist klar, daß dies unter Umständen bei der Anlage von Feldern mit perennierenden Futterkräutern betreffs des an Kalk zu gebenden Vorschusses beachtet werden muß, wenn man es nicht vorzieht, den gebrannten Kalk zum Teil als Kopfdüngung obenauf zu geben und durch Eggen mit der oberen Bodenschicht zu vermengen.

Es ist also von sehr verschiedenem Einflusse, ob mehr die kalkarmen Getreidehalmfrüchte oder die kalkreichen Kleepflanzen und Hülsenfrüchte im Anbau berücksichtigt werden.

Den Hauptgesichtspunkt bei der Bestimmung der Kalkmenge wird, wie früher bereits ausgeführt, die Natur des Bodens abgeben, und Mittelböden, Thon- und Sand- und kalkarme Moorböden werden danach verschieden zu behandeln sein.

Bereits Sinclair giebt an, daß in England Mengen von 200—270, vereinzelt bis 400 hl, auf leichtem Boden 130—170 hl*), an gebranntem Kalk auf den Hektar gegeben worden sind.

In Deutschland wird bei dem mehr kontinentalen Klima im allgemeinen viel weniger gegeben als in England. Für Mittelböden kann bei uns 2000—3000 kg Ätzkalk auf den Hektar bei 5—6jähriger Wiederholung, bei Sandboden 1000—1200 kg, bei bindigem Lehm- und Thonboden 4000—6000 kg als eine mittlere Gabe angenommen werden. Auf ganz störrigem Thonboden sind bei uns, um bessere physikalische Eigenschaften herbeizuführen, auch schon 8000—16000 kg gebrannter Kalk auf den Hektar vorgekommen.

---

*) Nach Boussingault wechselt 1 hl gebrannter Kalk von 75 bis zu 140 kg im Gewicht. Die 1888 in Breslau ausgestellten gebrannten dolomitischen Graukalke des Königreichs Sachsen wogen 91—96 kg, die hochgradigen gebrannten Kalke der krystallinischen Schieferformation daselbst (Glimmerschiefer und Phyllit) bis 111 kg der Hektoliter.

Von Kalkasche ist ihrem geringeren Gehalte an Calciumoxyd entsprechend, $^1/_4$—$^1/_2$ mehr zu nehmen.

Nach Ökonomierat Karbe werden auch auf den ganz leichten trockenen Sandböden der Mark Brandenburg östlich der Oder Mengen von 250—300 kg Kalkasche aus Oberschlesien auf $^1/_4$ ha mit Erfolg und ohne Nachteil gegeben, nur muß die Kalkasche früh genug, am besten im Herbst, aufgebracht werden. Den gebrannten Kalk unmittelbar im Frühjahr zur Saat auf leichtem Sandboden zu geben, ist nicht zu empfehlen.

XII. Die Verwendung von Mergel.

Für die Düngung leichter, sandiger Bodenarten ist die Form des kohlensauren Kalks die geeignetste. Ätzkalk wirkt weit kräftiger, darf deshalb auf Sandboden nur in geringen Mengen verwendet werden, doch kann man dafür auch mit geringen Mengen, also oft mit viel weniger Kapitalverwendung als auf Thonboden auskommen. Damit stimmt überein, daß, um einem unfruchtbaren Thonboden Kalk zuzuführen, weit mehr Betriebsmittel erforderlich sind als bei Sandboden. Andererseits kann durch Mergel das physikalische Verhalten des Sandbodens, die wasserhaltende Kraft, Absorption u. a., wesentlich verbessert werden.

1. Die Auswahl des Mergels.

Unter Mergel versteht man von Alters her ein Gemenge von kohlensaurem Kalk und Thon in inniger gegenseitiger Aneinanderlagerung und Durchdringung. Nach dem Überwiegen einzelner Bestandteile wird Thonmergel, Kalkmergel, Lehmmergel, Sandmergel und Moormergel, nach dem Gefüge und dem Grade der Verhärtung Steinmergel, Schiefermergel, erdiger Mergel, geschichteter und ungeschichteter, steinführender (Geschiebemergel) und steinfreier Mergel (Lößmergel) unterschieden.

Der weit verbreitete, Geschiebe führende Diluvial-Lehmmergel enthält den kohlensauren Kalk zum Teil in Form von Sand und Grand, sein Gehalt an kohlensaurem Kalk ist in der Regel kein hoher,

und beides wirkt zusammen, daß dieser Mergel von weit geringerer Wirkung ist, als der unter Wasser abgelagerte geschichtete Diluvialmergel. In einem Geschiebemergel vom Bahnhofe Rüdersdorf fand Verfasser sogar von im ganzen 10 % kohlensaurem Kalk $7^2/_3$ %, — also $^3/_4$ des gesamten Kalkgehalts — in der Form von Sand und Kies, und nur $2^1/_3$ % in der Feinerde. Auf den Grad der Löslichkeit und die Art der Wirkung im Boden muß dies naturgemäß von großem Einfluß sein. Trotzdem ist bei der Anstellung der chemischen Untersuchungen über den Kalkgehalt auf diesen Grad der Verteilung sehr häufig wenig Rücksicht genommen worden. Ein Mergel von der angegebenen Beschaffenheit kann mit Salzsäure stark aufbrausen, hat aber trotzdem nur eine langsame Wirkung.

Auch in den Mergeln, in welchen ursprünglich der kohlensaure Kalk sämtlich fein verteilt war, kann nachträglich die Verhärtung einzelner Teile durch Auflösung und Wiederausscheidung stattgefunden haben (Septarien im Septarien-Thonmergel, Lößkindel im Lößmergel, Kalkstreifen, Kalkwurzelröhren, „Osteocollen", Hexenspiele, Marleken in schwedischen und finnischen Mergeln u. a. m.). Das Auftreten solcher nachträglich gebildeter „Konkretionen" macht die Benutzung derartiger Mergel im ungeschlämmten Zustande für Ziegeleizwecke schwierig. Proben zur Untersuchung des durchschnittlichen Kalkgehalts dürfen von Stellen, wo eine einseitige Anreicherung stattgefunden hat, nicht genommen werden, da der Kalkgehalt an diesen Stellen dem Durchschnitt nicht entspricht.

Die Kalkmergel gehen manchmal in so reine Kalke über, daß der Name Mergel nach der vorher angegebenen Bezeichnung dafür sachlich keine Berechtigung mehr hat. Wegen der Verwendung derartig thonarmer, aber kalkreicher Bildungen zur Verbesserung des Bodens wird aber im praktischen Leben dafür der Ausdruck Kalkmergel trotzdem häufig in Anwendung gebracht.

Die sogenannten Foraminiferen, kleine kalkschalige Organismen, wie sie in vielen im Meere gebildeten Kalken und Mergeln, z. B. in der Kreide und in vielen Septarienthonmergeln, auftreten, sind für die Kalkausscheidung vielfach wirksam gewesen, ähnlich wie es

in den kalkhaltigen Seemarschbildungen der Gegenwart noch jetzt der Fall ist. Der Name „Muschelmergel" ist für andere derartige Bildungen bezeichnend genug. Auf die Art der ursprünglichen Verteilung des kohlensauren Kalks im Mergel ist dies naturgemäß von erheblichem Einfluß gewesen. Der in sehr feiner Form vorhandene kohlensaure Kalk kommt rascher zur Wirkung, ist auch den Auslaugeprozessen mehr ausgesetzt, als derjenige von gröberer Körnung.

Die Nebenbestandteile sind bei der Auswahl eines Mergels sehr zu berücksichtigen, namentlich Thon und Sand. Durch eine starke Mergelung mittels Thonmergels wird ein Sandboden wesentlich verbessert, dagegen ein schwerer thoniger Boden nur noch gebundener. Umgekehrt gewinnt ein Thonboden durch Sand- und Kalkmergel, während große Mengen davon einen sandigen Boden noch sandiger und thätiger machen und schaden können.

Auf die Beimengungen von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali ist je nach ihrer Löslichkeit im Boden mehr oder weniger Wert zu legen. Oft sind sie sehr schwer löslich.

Über den Zuwachs des Bodens an kohlensaurem Kalk oder an thonigen Teilen durch Mergel von bestimmter Menge und Güte giebt die auf Seite 98 mitgeteilte Tabelle Auskunft.

Eine wichtige Eigenschaft des Mergels ist die des Zerfallens an der Luft im Wechsel von Regen und Sonnenschein oder durch den Frost. Je kleiner die Bruchstücke sind, in welche der Mergel hierbei auseinander geht, um so leichter und inniger ist eine gleichmäßige Vermengung mit den Bestandteilen des Bodens möglich. Gebundene Thon- und Steinmergel zerfallen im Boden häufig erst nach Jahren.

Durch längeres Lagern an der Luft werden manche schädliche Bestandteile, wie Schwefeleisen, wenn sie bei Luftabschluß entstanden sein sollten, infolge Sauerstoffaufnahme zersetzt und gehen damit verloren. Die aus dem Schwefel durch Sauerstoffaufnahme gebildete Schwefelsäure setzt sich mit dem kohlensauren Kalk zu Gips, also einem nützlichen Boden-Bestandteile, um.

Bei der Auswahl und Verwendung eines Mergels

sind demgemäß nicht bloß die Gesamtmenge des Kalks, sondern auch die Art der Zerteilung desselben, ferner die durch seine Nebenbestandteile je nach der Natur des Bodens herbeizuführenden Nebenwirkungen, sowie die Frage, ob schädliche Bestandteile vorhanden sind, zu berücksichtigen. Durch längeres Lagern an der Luft und wiederholtes Umstechen werden die schädlichen Bestandteile in der Regel beseitigt.

2. Die Anlage einer Mergelgrube.

Einsichtige Landwirte haben bereits seit langer Zeit, wenn sie ein Gut übernommen haben, dasselbe sofort abbohren lassen, um über das Vorhandensein von Kalk und Mergel und über die Mächtigkeit der auflagernden kalkarmen Bodendecke ein Urteil zu gewinnen. „Erkenne Dich selbst!“ Erkenne die Natur Deines Gutes und seiner Untergrundbildungen: so kann man vielen Landwirten zurufen. Nicht selten sind dadurch unschätzbare Verbesserungsmittel des Bodens gefunden worden. Es sollte deshalb die eingehende Durchforschung des eigenen Grund und Bodens durch Aufgraben und Abbohren mit unter die wichtigsten und ersten Aufgaben des Landwirtes gerechnet werden.

Durch Aufgraben unter Benutzung eines Bohrapparates (Schneckenbohrer, sogenannte „Dreizöller“ oder „Fünfzöller“) von beliebiger Länge, wie sie beispielsweise die bekannte Maschinenfabrik Beermann zu Berlin, Leipzigerstraße 127, liefert, oder eines Stockbohrers von 1 und 2 m Länge, wie sie bei dem Mechaniker Nagel zu Berlin, Invalidenstraße 44 (geologische Landesanstalt), zu haben sind, kann leicht festgestellt werden, ob man es mit kalkhaltigen Schichten zu thun hat oder nicht. Wird die Salzsäure bei diesem Abbohren fleißig benutzt, so ist man mit Leichtigkeit imstande, die Dicke der kalkarmen Schicht oberhalb der kalkhaltigen zu bestimmen. Ist diese kalkarme Schicht = 1 m stark, so beträgt sie für jeden Ar Fläche = 100 cbm, bei 2 m Stärke = 200 cbm, was je nach der Mächtigkeit und dem Kalkgehalt des Mergellagers zu berücksichtigen ist. Kann dieser Abraum zur Ausfüllung, zur Ver-

besserung von Kiesköpfen oder zur Bedeckung des Grundes der Mergelgrube selbst, um wieder nutzbaren Boden zu schaffen, verwertet werden, so wird dies dem wirklichen Werte nach berechnet werden müssen. Naturgemäß ist die Stärke des Abraums bei der Unkostenfrage um so mehr zu berücksichtigen, je geringwertiger und weniger mächtig der Mergel ist. Dabei sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

a) Unter gleichen Verhältnissen ist dem Mergellager mit dem wenigsten Abraum der Vorzug zu geben. Auf Kartenskizzen im Maßstabe der Katasterkarten von 1:2000 —4000 kann dies leicht unmittelbar deutlich gemacht werden.

b) Der Gehalt an kohlensaurem Kalk ist in den oberen, mittleren und unteren Lagen des Mergels festzustellen.

Sind nicht 10 % kohlensaurer Kalk vorhanden und müssen über 90 % Nichtkalk mit bewegt werden, so wird eine starke Mergelung bei nicht ganz billigen Lohnsätzen in der Regel teuer, wie wir später noch sehen werden; hat ein Mergel 15—20—30 und mehr Prozent, so fällt das sehr ins Gewicht. In der norddeutschen Ebene hat man bei den Geschiebemergeln meist mit den niedrigen Zahlen zu rechnen, wobei die Feinheit der Verteilung besonders in Betracht kommt.

c) Kann man auf jedem Schlage ein brauchbares Mergellager nachweisen, so ist dies für die Verbilligung der Mergelung von besonderem Werte.

d) Ist das Mergellager an höherer Stelle gelegen, sodaß nach unten gefahren werden kann, so wird die Ausführung gleichfalls verbilligt und beschleunigt. Das Vorkommen an tieferer Stelle dagegen verteuert sie wesentlich, falls es nicht etwa durch besondere Güte ausgeglichen wird.

e) Es ist um so notwendiger, den Mergel entweder in großen Haufen vor dem Auseinanderfahren oder in kleinen Haufen vor dem Ausbreiten längere

Zeit liegen zu lassen, je mehr schädliche Bestandteile erst beseitigt werden müssen.

f) Die Benutzung verlegbarer Feldbahnen erleichtert und verbilligt die Ausfuhr aus der Mergelgrube und die Zufuhr zum Felde in hohem Grade.

g) Auf eine möglichst vollständige Entwässerung der Mergelgrube ist besonderer Wert zu legen.

h) Eine Mergelgrube sollte in der Regel nicht tiefer als 5 m angelegt werden. Bei 1 m kalkfreiem Abraum ergiebt dies 4 m nutzbaren (gewachsenen) Mergel (auf 1 a = 400 cbm).

Die früher sehr geschätzte „praktische Anweisung zum Mergeln" von Tobiesen (Altona 1817) ließ als größte Tiefe 16 Fuß zu.

i) Bei der Anlage und dem Abbau verdient die Rücksichtnahme auf Vermeidung von Unfällen und auf möglichste Sicherung des Betriebes die größte Aufmerksamkeit.

Es bezieht sich dies namentlich auf die Höhe und Breite der mit einem Male abzubauenden Schichten, wobei die Gefahren je nach Anlage und Betrieb mehr oder weniger verringert werden können, mit größerer Tiefe aber zunehmen. In der norddeutschen Ebene sind die Geschiebemergel häufig von Diluvialsand unterlagert und das Fortnehmen dieses Sandes, um die Mergelblöcke zum Umkippen zu bringen, erfordert besondere Vorsicht; es sind dabei nicht selten Unglücksfälle vorgekommen. Bei unvorsichtigen Anlagen und Betriebsarten sind sogar Todesfälle zu beklagen gewesen.

Als Regel sollten mit einem Male nur Bänke von 0,8—1,0 m Mächtigkeit in Angriff genommen werden. Zu steile Böschungen sind zu vermeiden, überhängende Böschungen und das genannte Unterwühlen mächtiger Mergelbänke sind zu verbieten. Das Übersanden der Moordammkulturen aus offenen Sandgruben hat in der neueren Zeit gezeigt, wie große Vorsicht hier geboten ist.

3. Die Ausbildung von Kalk- und Mergel-Sachverständigen. (Mergelmeister.)

Da die Kalkverwendung für viele Gegenden von so großartiger Bedeutung ist und da wirtschaftlich notwendige Maßnahmen aus Unkenntnis häufig unterbleiben, so scheint es dringend erforderlich zu sein, auf die Ausbildung solcher Sachverständigen hinzuwirken, welche von den Landwirten zu angemessenen Gebührensätzen herangezogen werden können.

Gleichwie die Kalkfrage zum Nachteile der Landeskultur überhaupt lange Zeit vernachlässigt worden ist, so sind auch früher bereits für diesen Zweck vorhandene Einrichtungen wieder verloren gegangen. Es ist daran zu erinnern, daß früher in einigen Gegenden im Hannoverschen bereits die Einrichtung besonderer Mergelmeister bestand, hervorgerufen durch Bedürfnis und Nachfrage und durch die großartigen Erfolge, welche die ersten Mergelungen auf vielen Gütern gezeitigt hatten.

In dem Berichte über die Thätigkeit der Hannoverschen Provinzialvereine vom Jahre 1852 wird mitgeteilt, daß damals im Lüneburgischen Provinzialvereine noch ein Bohrmeister nebst Gehilfen und zwei Bohrapparate gehalten wurden. Im Jahre 1852 waren 18 Feldmarken abgebohrt und fast überall Mergel gefunden worden. Der Bremervörder Verein verwendete damals für Aufsuchung von Mergellagern jährlich 750—900 *M.* Es waren zwei Mergelmeister vorhanden, welche verpflichtet waren, auf das zweckmäßigste Verfahren der Mergelgewinnung aufmerksam zu machen, insbesondere auch darauf, daß keine Vergeudung stattfand.

Die sehr starken Mergelungen von $1/2$ bis 1 Zoll aufgefahrener Masse haben dem Kalkbedarf der Pflanzen längere Zeit genügt, eine zweite Mergelung hat häufig einen weit geringeren Erfolg gebracht. Aus letzterem Grunde ist die Vernachlässigung früherer Einrichtungen zum Teil zu erklären, zum Teil aber auch dadurch, daß die Kalkfrage überhaupt in unberechtigter Weise hintangesetzt worden ist.

Da inzwischen aber die Verarmung des Bodens an Kalk durch Kultur und Auslaugung weitere Fortschritte gemacht hat, in manchen

Gegenden aber die bezüglichen Kulturfragen überhaupt noch wenig in Angriff genommen sind, so tritt gegenwärtig der Gesichtspunkt in den Vordergrund:

Welche Maßnahmen müssen in den einzelnen Gegenden zur Abhilfe und Erleichterung für den praktischen Betrieb getroffen werden, wenn die Landeskultur entsprechend fortschreiten soll?

Zur Aufsuchung und Nachweisung von Kalk- und Mergellagern ist in schwierigen Fragen die Zuziehung von sachverständigen Geologen unentbehrlich. Dieselben entnehmen aus geringen und der Beachtung sich leicht entziehenden Kennzeichen die Richtung, nach welcher eine erfolgreiche Untersuchung stattzufinden hat.

Es ist wünschenswert, daß die für einzelne Gegenden ausgebildeten praktischen Sachverständigen sich eine allgemeine Übersicht über die daselbst vorkommenden geologischen Formationen und ihre Gliederung erwerben. Bestimmte, an einzelnen Stellen abzuhaltende Lehrgänge würden für diesen Zweck sehr angezeigt sein.

Andererseits würden alle diejenigen mechanischen Arbeiten, welche die Aufgrabungen und das Abbohren in einem bestimmten Gebiete betreffen, von diesen Kalk- und Mergelmeistern zu leiten, bei der Heranziehung eines wissenschaftlichen Geologen nach den Angaben desselben auszuführen, und die Ergebnisse in vorgeschriebener Weise zu verzeichnen sein. Ohne Zweifel würden diese Sachverständigen nach Vornahme verschiedener Ausführungen sich aus der Praxis heraus bald einen derartigen Erfahrungskreis verschaffen, daß sie in den gewöhnlichen und weniger schwierigen Fällen auch ohne weitere wissenschaftliche Beihilfe wesentliche Dienste leisten könnten. Es würde von ihnen das vollständige Abbohren eines Gutes vorgenommen und dem Landwirte so die Kenntnis seiner Bodengrundlagen vermittelt werden können. Die nötigen Proben (in der Regel einige Kilogramm) würden ordnungsgemäß zu nehmen und mit den nötigen Bezeichnungen in weißen Beuteln (mit äußerer Bezeichnung) zu verpacken sein unter genauer Angabe, welchen Stellen der Karte die betreffenden Proben zukommen.

Dabei ist in den Beuteln auf starken weißen Papierstreifen mit Bleistift genau zu verzeichnen, welcher Stelle und welcher Schicht die betreffende Probe angehört. Der Papierstreifen wird geknifft und seitlich in den Beutel gesteckt, welcher darauf fest zugebunden wird. Die weißen Beutel können von vornherein außerhalb eine Nummer erhalten, welche beim Eintragen in das Buch mit angegeben wird. Die genaueren chemischen Untersuchungen der Proben würde dann von den Versuchsstationen vorzunehmen sein, während gewisse Orientierungen auch schon auf guten Küchenwagen gewonnen werden könnten.

Es ist anzunehmen, daß solche Arbeiten, wenn sie zu mäßigen Preissätzen ausgeführt werden, von praktischen Landwirten, Verpächtern, Kreditinstituten häufig in Anspruch genommen werden würden.

Was die Personenfrage betrifft, so würden Landwirte, Wanderlehrer, Kulturtechniker u. a., welche sich die nötige Übersicht erworben haben, sich für diesen Dienst vorzüglich eignen. Es liegt nahe, daß auch andere Aufgaben, wie die Überwachung von Düngungsversuchen u. a. m., damit leicht in Beziehung gebracht werden könnten.

4. Die Stärke der Mergeldüngung.

Dieselbe richtet sich nach Boden, Fruchtfolge, Gehalt des Mergels und nach den Zwecken, welche erreicht werden sollen: Kommt es dabei wesentlich auf die Zufuhr des Kalkes als Nahrungsstoff an oder sollen die aufschließenden, entsäuernden und physikalischen Bodenwirkungen mehr in den Vordergrund treten? Soll auf die gesamte Beschaffenheit des Bodens umändernd eingewirkt werden, so kommen zunächst naturgemäß größere Massen sodann aber auch die Nebenbestandteile des Mergels ganz besonders in Betracht.

Ein alter Satz für die Düngung mit Lehmmergel in Norddeutschland verlangte eine Menge von 4000—8000 Kubikfuß, etwa 120—240 cbm auf den Hektar entsprechend, also eine Bedeckung von etwa 1,25 bis 2,5 cm Höhe. Rechnet man 1 cbm Lehmmergel

lufttrockene Masse gleich einem Gewicht von 1250 kg, so ergiebt dies 1500—3000 D.-Ztr. auf den Hektar, oder, bei 10 % Gehalt, 150—300 D.-Ztr. kohlensauren Kalk. Das macht bei 30 000 D.-Ztr. Ackerkrume-Gewicht eines Hektars 0,5—1,0 % kohlensauren Kalk, eine Menge, welche sich beim Begießen des Bodens mit Salzsäure deutlich bemerklich macht. Sind in dem Lehmmergel 40 % feinerdige thonige Teile vorhanden, so ergiebt dies eine Vermehrung an thonigen Teilen, welche 0,5—1,0 cm Höhe, 600—1200 D.-Ztr., 2,0—4,0 % dem Gehalte nach beträgt. Ein Thonmergel mit einem Gehalte von 80 % thonigen Teilen würde das Doppelte, also eine Erhöhung des Thongehalts um 4—8 % ergeben, ein Mergel, mit nur 10 % thonigen Teilen dagegen nur um 0,5 bis 1,0 %. Das zeigt deutlich, wie sehr ein Thonmergel zur Erhöhung des Gehalts an thonigen Teilen für geringen Sandboden den Vorzug haben kann.

Bei der Kalkfrage ist zu berücksichtigen, daß in den Geschiebe-Lehmmergeln der norddeutschen Ebene oft ein größerer Teil des kohlensauren Kalks, nicht selten 1/3, in der Form von Sand und Grand vorkommt, so daß also nur 100—200 D.-Ztr. kohlensaurer Kalk in der feineren, wirksameren Form vorhanden sein, der Rest aber erst langsamer zur Wirkung kommen würde.

Daß ähnliche Mengen Lehmmergel auch noch jetzt zur Anwendung gelangen, hat die Kalkumfrage 1891/92 ergeben. von Rohrscheid zu Garzau bei Strausberg hat danach den Lehmmergel, aus den Schlägen selbst entnommen, 1 bis 2 cm stark, Zenker zu Brunow, Kreis Oberbarnim, 2—3 cm stark aufgebracht, Jäger zu Neuplacht bei Templin 240 cbm auf 1 ha. Kennemann zu Klenka in der Provinz Posen hat seinen Boden mit 1/2 Zoll Lehmmergel aus den eigenen Schlägen überkarrt und zieht dies nach seinen Erfahrungen der Zufuhr von gebranntem Kalk bestimmt vor.

Enthält der Mergel 15 % kohlensauren Kalk, so ist bei gleicher Kalkzufuhr nur 2/3 der angegebenen Mergelmenge, bei 20 % kohlensaurem Kalk nur die Hälfte, bei 50 % nur der fünfte Teil, bei 80 % nur der achte Teil erforderlich.

Wenn dagegen Girardin und du Breuil durch die Merge-

lung 3 % kohlensauren Kalk in die Krume zu bringen vorschreiben, und große Tabellen über zu bewegende ungeheure Mergelmassen zur Durchführung dieser Maßregel veröffentlicht sind, so ist dagegen einzuwenden, daß dies in der Regel, besonders bei geringen Mergeln, mit wirtschaftlichen Mitteln nicht durchführbar ist, daß aber so große Erdbewegungen glücklicherweise meist auch nicht erforderlich sind.

Die gegebene Übersicht beweist, wie sehr hochgradige Kalkmergel überall da, wo nur die Kalkzufuhr als Hauptzweck angesehen wird, diese Bodenbewegung verbilligen können. Wenn Jungck in Wocknin bei Rummelsburg in Pommern auf über eine Meile langem schlechtem Wege Kalkmergel heranfährt, so kommt ihm dabei sehr zu statten, daß nur 2 Fuder gleich 2500 D.-Ztr. auf 1/4 ha notwendig sind, macht bei 80 % Gehalt = 2000 kg kohlensaurer Kalk (80 D.-Ztr. auf den Hektar oder 0,26 % der Krume an kohlensaurem Kalk.) Der Kalkmergel ist gut durchlüftet, zerfällt leicht zu Pulver und hat gar keine schädlichen Bestandteile. Vergleichende Versuche damit ergaben einen besseren Erfolg als mit 300 kg gebrannten Kalks auf 1/4 ha, welcher mit der Eisenbahn von Gogolin in Schlesien bezogen werden mußte.

Auch auf dem lehmigen Sandboden des Buntsandsteins im Solling in der Provinz Hannover sind zwei vierspännige Fuder des gut zerfallenden hochgradigen Kalktuffs von Lenglern bei Göttingen eine ausreichende Kalkzufuhr für 1/4 ha. In andern Fällen sind auf schwereren Bodenarten bis 8 Fuder Kalkmergel auf 1/4 ha ausgefahren worden. Daß man bei Wiesenkalk unter Wasser in Hinsicht auf etwa vorhandene schädliche Bestandteile sehr vorsichtig sein muß, ist bereits erwähnt.

Hat man die Auswahl in der Verwendung des Mergels, so sind die genannten Nebenwirkungen zur Verbesserung der Zusammensetzung des Bodens besonders zu berücksichtigen, bezw. solche zu vermeiden, welche auf die Zusammensetzung ungünstig einwirken.

In neuerer Zeit sind für leichte Bodenarten hin und wieder gemahlene Kalkmergel oder Kalksteine in Anwendung gebracht worden. Zerfallen dieselben im rohen Zustande ungenügend, so wird ihre

Wirkung durch künstliche Zerkleinerung entsprechend unterstützt. Es kommt vor, z. B. bei den Süßwasserkalken von Walbeck bei Helmstedt, daß sie sowohl im rohen wie im gemahlenen Zustande Verwendung finden. Für leichte sandige und für moorige Böden haben sie sich mehrfach als eine zweckmäßige Form der Kalkdüngung erwiesen, wobei die vernichtende Wirkung des Ätzkalkes auf die Wurzelbakterien nicht vorkommen kann. Unter Umständen ist indessen zu beachten, daß bei gebranntem Kalk für bestimmte Wirkungen geringere Massen bewegt zu werden brauchen.

5. Das Aufbringen des Mergels auf den Acker.

Je mehr schädliche Bestandteile, wie Schwefeleisen, in dem Mergel vorhanden sind, umsomehr muß demselben Zeit zur Sauerstoffaufnahme gelassen werden. Die Diluvialmergel in der norddeutschen Ebene haben nicht selten Bestandteile der Braunkohle, und damit auch Schwefeleisen, aufgenommen. Sind die Mergel gelbbraun gefärbt und mehr durchlüftet gewesen, so sind sie hochoxydiert d. h. die schädlichen Bestandteile sind durch Sauerstoffaufnahme unschädlich geworden. Hat der Mergel längere Zeit unter Wasser gelegen und treten bei Lehm- und Thonmergel die grauen und blaugrauen Färbungen der Eisenoxydulverbindungen mehr hervor, so ist das ein Zeichen, daß ein längeres Lagern an der Luft angezeigt ist. Verfasser hat in der Provinz Posen einmal gesehen, wie ein grauer derartiger Diluvialmergel, unmittelbar zu Gerste aufgebracht, durch die gelbliche Färbung vieler Blätter nachteiligen Einfluß anzeigte.

Wo Brache gehalten wird, da ist für das Aufbringen des Mergels mehr Zeit vorhanden als bei Fruchtwechselwirtschaft ohne Brache. Mehrjährige Kleegrasweiden, auf denen der Mergel im Herbst oder Sommer in kleinen Haufen aufgebracht und im Winter durch den Frost stark gelockert wird, erleichtern das Aufbringen. Wird der Mergel dann im Frühjahr gleichmäßig auseinandergestreut und, wenn nötig, durch wiederholtes Walzen und Eggen möglichst fein gemacht, so ist er in der Beschaffenheit, um dem Boden möglichst innig und gleichmäßig beigemengt werden zu können. Es ist

zweckmäßig, daß diese Arbeiten bald auf einander folgen, namentlich dann, wenn der Mergel durch das Walzen in einen feinen Staub verwandelt wird, so daß er durch starken Wind leicht fortgeführt werden kann.

XIII. Die Verwendung gewerblicher Abfälle.

(Scheideschlamm, Seifensiederkalk, Gerberei-Abfälle, Kalk des Rothe-Röcknerschen Klärverfahrens, Gaskalk.)

Die Fabrikindustrie liefert an manchen Stellen kalkhaltige Abfälle, welche zur Düngung benutzt werden können und nicht selten billig abgegeben werden. Zu berücksichtigen ist dabei, welchen Gehalt sie haben, mit welchen Nebenstoffen, namentlich auch mit wie viel Wasser sie belastet sind, wie weit also dadurch die Zufuhr verteuert wird. Zu berücksichtigen ist ferner, ob nicht, wie bei Gaskalk, schädliche Stoffe eingeschlossen sind, welche den Wert der Abfälle sehr heruntersetzen oder sie für manche Zwecke als wertlos erscheinen lassen.

1. Scheideschlamm.

Mit dem außerordentlichen Aufschwunge der Zuckerfabrikation aus Rüben ist auch dieses Düngemittel dem Feldbau in erheblichen Mengen zur Verfügung gestellt worden und hat vielfach willige Abnehmer gefunden, nachdem es anfangs nicht selten vernachlässigt wurde und zu sehr niedrigem Preise abgegeben werden mußte oder gar unverkäuflich blieb. Bei einzelnen Zuckerfabriken waren früher ganze Berge von solchem Scheidekalk angehäuft.

Der Scheideschlamm wird gewonnen durch das Klären des heißen zuckerhaltigen Rübensaftes mittels Ätzkalks in Form von Kalkmilch. Dadurch erklärt sich sein Gehalt von 15 % organischen Stoffen (mit etwa 0,4 % Stickstoff) und von etwas über 1 % Phosphorsäure, was bei seiner Verwendung als ein Vorteil zu bezeichnen ist. Der Gehalt an Kalk (Calciumoxyd) beträgt nur wenig über 20 %, wovon etwas noch in ätzender Form vorhanden ist, der Wassergehalt meist über 40 %. Wegen dieses hohen Wasser-

gehalts wird er meist nicht auf große Entfernung, in der Nähe aber dafür vielfach in großen Mengen, bis 600 D.-Ztr. auf den Hektar, verwendet. Wenn der Preis für den D.-Ztr. bis zu 20 Pf. und mehr gestiegen ist, so ergiebt dies schon für das Rohmaterial, abgesehen von der Verfrachtung, erhebliche Unkosten.

Auf dem Gute Kloster Hadmersleben wird alle vier Jahre mit 400 D.-Ztr. Scheideschlamm zu Zuckerrüben (auf 1,5 km zu fahren) gedüngt. Der Boden ist dadurch milder und die Rüben sind im Gehalte wesentlich besser geworden.

In Rottmannsdorf auf der Danziger Höhe kostet bei Aufbringung von 360 bis 400 D.-Ztr. zu je 12 Pf. und auf 2—4 km Verfrachtung der Hektar 128 *M.* Nach der davon gemachten Analyse werden damit aufgebracht 70—80 D.-Ztr. Kalk, außerdem 360—400 kg Phosphorsäure und 108—120 kg Stickstoff, also große Mengen von Pflanzennährstoffen. Neben den erheblichen Mengen an Kalk ist diese Nebenwirkung der Grund, weshalb Scheideschlamm trotz seines hohen Wassergehalts (derselbe ist immerhin noch erheblich niedriger als im Stallmist) sich so beliebt gemacht hat.

2. Seifensiederkalk.

Wo zur Darstellung der Seife noch Holzasche benutzt wird, da ist dieser Abfallkalk wertvoller durch gewisse Beimengungen von phosphorsauren Salzen und durch den Kalk und die aus der Holzasche stammenden Reste von Kali. Der gebrannte Kalk entnimmt dem kohlensauren Kali die Kohlensäure und geht dadurch in fein zerteilten kohlensauren Kalk über, dem auch etwas Kalkhydrat beigemengt ist.

Seitdem aber zur Herstellung der Seife meist Soda verwendet wird, besteht der Seifensiederkalk wesentlich nur aus kohlensaurem Kalk mit Resten von Ätzkalk. Er ist durch große Mengen von Wasser verdünnt. Dieser hohe Wassergehalt macht den Seifensiederkalk wenig versandtfähig. Trotzdem kann er in der Nähe von Städten mit Vorteil verwendet werden. Ökonomierat Neuhauß hat ihn früher Jahre lang von Berlin nach seinem 20 km entfernten Gute Selchow verfrachtet. Eine im Laboratorium des

Verfassers auf Wunsch von Neuhauß vorgenommene Untersuchung ergab 35,15 % kohlensauren Kalk und 13,05 % Kalkhydrat, daneben 0,78 % kohlensaure Magnesia, 0,75 % kohlensaures Natron und 0,17 % Kochsalz. Der Wassergehalt betrug 43,89 %. In seiner Wirkung ist dieser Abfallkalk also wesentlich mit einer Mergeldüngung zu vergleichen. Etwas umständlich ist mitunter blos die Vermengung des nassen Düngers mit den Bestandteilen des Bodens, deren möglichste Innigkeit auch hier für den Erfolg notwendig ist.

3. Gerberei-Abfallkalk.

Ein sehr hoher Wassergehalt, meist 60 % und mehr, ist auch für Gerberei-Abfallkalk bezeichnend, der Rest besteht etwa zur Hälfte aus organischen Stoffen mit 1,4 % Stickstoff, zur anderen Hälfte aus mineralischen Bestandteilen mit 13 % Kalk (Calciumoxyd) und 1 1/3 % Phosphorsäure. Dieser über den Gehalt des Stallmists weit hinausgehende Gehalt an organischem Stickstoff und an Phosphorsäure läßt diesen Abfallkalk in der Nähe von Städten und Fabriken meist gern genommen werden. Er wird vielfach, ehe er verwendet wird, wie Kompost behandelt, wobei indessen, wie bei der Gärung von Knochenmehl, darauf zu achten ist, daß nicht zu viel Stickstoff verloren geht

4. Kalk des **Rothe-Röcknerschen** Klärverfahrens für Spüljauche.

Dieselbe klärende Wirkung der Kalkmilch, welche in der Zuckerfabrikation beim Scheiden der unreinen Säfte der Zuckerrübe benutzt wird wobei, wie gezeigt wurde, der Scheideschlamm abfällt, wird nach dem Rothe-Röcknerschen und anderen Verfahren auch zur Reinigung und zur Klärung der städtischen Spüljauchen sowie derjenigen von Fabriken in Anwendung gebracht. Da die frische Spüljauche organischen Stickstoff und Phosphorsäure enthält, so gelangt ein Teil davon ebenfalls in den niederfallenden Kalkschlamm. Zugesetzte geringe Beimengungen von Thon oder schwefelsaurer Thonerde sind von keiner Bedeutung;

wohl aber ist der hohe Wassergehalt für die Verwertung sehr nachteilig.

Eine im Laboratorium des Verfassers untersuchte Probe derartigen Kalkschlamms von Potsdam ergab früher im lufttrocknen Zustande nachstehende Bestandteile:

27,34 % kohlensaurer Kalk,
10,74 „ Kalkhydrat,
0,62 „ Stickstoff,
0,63 „ Phosphorsäure,

also neben Kalk nicht unerhebliche Beimengungen von befruchtenden Stoffen.

Wegen des hohen Wassergehalts sind diese Klärrückstände bis jetzt an manchen Stellen schwer abzusetzen gewesen. Es muß deshalb für ihre Verwertung als ein Fortschritt bezeichnet werden, daß man in der neueren Zeit angefangen hat, den hohen Wassergehalt durch Abpressen und Trocknen wegzubringen und ein konzentrierteres Düngemittel herzustellen, dessen Wert natürlich noch höher sein würde, wenn es gelingen würde, dadurch ein unmittelbar mit der Maschine streufähiges Düngemittel herzustellen. Die Erhöhung der Versandfähigkeit unausgesetzt ins Auge zu fassen haben die städtischen Verwaltungen um so mehr Ursache, je abwehrender sich der praktische Betrieb gegen dieses Düngemittel verhält.

Ein durch Verringerung des Fällungsmittelzusatzes und durch Trocknen verbessertes Düngemittel wird zur Zeit von der Ortsverwaltung von Pankow bei Berlin auf den Markt gebracht, welches nach den Angaben von Dr. Vogel 2—2,5 % Stickstoff, 1—1,5 % Phosphorsäure und 10—12 % kohlensauren Kalk enthält und zu 2,00 bis 2,50 ℳ der D.-Ztr. bewertet werden kann. Anderer Klärschlamm ist dagegen mitunter kaum die Hälfte wert.

Je nach dem Vorhandensein dieser Nebenstoffe wird eine Düngung mit diesem Klärschlamm des Rothe-Röcknerschen Verfahrens entweder mit einer mehrseitigen Düngung oder mit der einseitigen Düngung des Mergels oder kohlensauren Kalks verglichen werden können, wobei die anzuwendenden Mengen sich

ebenfalls danach zu richten haben. Nach Stück 20 der „Mitteilungen" der D. L.-G. vom Jahre 1895 wird neuerdings der Pankower Klärschlamm mit einem gewährleisteten Mindestgehalt von 3 % Stickstoff zu 1,70 ℳ für 50 kg lose verladen und zu 1,80 ℳ für 50 kg einschließlich Sack frei aller Eisenbahnstationen innerhalb 100 km von Berlin abgegeben.

5. Gaskalk.

Der Gaskalk entsteht bei der Reinigung des Leuchtgases durch Ätzkalk und enthält fein verteilten kohlensauren Kalk neben gebranntem Kalk, schwefelsaurem Kalk und etwas Stickstoff. Der Gehalt an Kalk (Calciumoxyd) beträgt fast ²/₃ des Ganzen, derjenige an Stickstoff im Mittel 0,4 %. Als regelmäßige Beimengung ist etwas Schwefelcalcium anzunehmen. Der frische Gaskalk wirkt deshalb, unmittelbar verwendet, nachteilig auf die Pflanzenentwickelung und hat aus diesem Grunde sich weniger eingeführt, als er seinem hohen Kalkgehalte nach verdiente.

Beim Lagern an der Luft geht das Schwefelcalcium durch Sauerstoffaufnahme in unschädlichen schwefelsauren Kalk über. Der Gaskalk muß deshalb längere Zeit, wenn möglich den ganzen Winter hindurch oder noch länger, an der Luft gebreitet liegen, ehe er untergebracht werden darf.

Es giebt noch verschiedene gewerbliche Abfälle, welche mehr oder weniger als Kalkquellen für den Ackerbau angesehen werden können. Beispielsweise liefert die Kohlensäuredarstellung aus Kalkstein recht billigen gebrannten Kalk. Kalkhaltiger Niederungstorf ergiebt beim Brennen eine kalkreiche Torfasche. Nach den vorstehenden Ausführungen ist es nicht schwer zu prüfen, wie weit die Abfälle als verwendbar zu bezeichnen sind.

XIV. Die Bestellungsarbeiten zur möglichst innigen Vermengung der kalkhaltigen Stoffe mit dem Boden.

Wie bei vielen anderen Düngemitteln ist auch bei kalkhaltigen ihre möglichst innige Vermengung mit der oberen Krume eine der

wichtigsten Voraussetzungen für den Erfolg. Gebrannter Kalk wird aus diesem Grunde in das feine trockene Pulver des gemahlenen Kalks oder Kalkhydrats übergeführt, während er in der brei- und mörtelartigen Form von durchaus ungenügender Wirksamkeit ist. Bei nassen oder feuchten kalkhaltigen Düngemitteln, wie bei Scheideschlamm, Seifensiederkalk u. a., ist es deshalb so überaus wichtig, diese Massen nach dem Aufbringen auf den Acker erst entsprechend abtrocknen zu lassen, damit dieselben nach dem Zerkleinern durch Egge und Walze mit dem Boden gründlich gemengt werden können. Es ist ferner nach Möglichkeit darauf zu achten, daß die bezüglichen Arbeiten bei trockenem Wetter zur Ausführung gebracht werden. Wenn ein Einschmieren überhaupt seine großen Bedenken hat, namentlich bei gebundenen Bodenarten, so liegt es im Besonderen auf der Hand, daß sich dabei eine innige Vermengung mit den Bodenteilchen überhaupt nicht ausführen läßt und daß derartige mangelhafte Ausführung auch die Wirkung sonst guten Kalkdüngers beeinträchtigen muß.

Der kohlensaure Kalk des Mergels sowie der aus dem Ätzkalk hervorgehende kohlensaure Kalk gehört zu denjenigen Stoffen, welche in möglichst großer Oberfläche auf den Boden wirken sollen und unter dem Einflusse der Thätigkeit des Bodens als doppeltkohlensaurer Kalk, zum Teil als salpetersaurer Kalk wasserlöslich werden. Der kalkhaltige Dünger ist deshalb mit wasserlöslichen Dungstoffen, wie z. B. mit Chilisalpeter, der bei hinreichender Feuchtigkeit den Boden leicht nach allen Richtungen hin zu durchziehen vermag und dadurch auch den tieferen Wurzeln zu gute kommt, nur wenig zu vergleichen. Bei diesen kalkigen Stoffen wird die Auflösbarkeit und entsprechende Wirkung erst durch gutes Unterbringen und Vermengen erreicht. Die atmosphärische Kohlensäure vermag einen gewissen Teil auch bei dem Auflagern auf dem Boden zur Lösung zu bringen, wodurch in der obersten Bodenschicht die früher besprochenen Vorgänge der Aufschließung und Umsetzung eingeleitet werden.

Bei diesen Umsetzungen, welche sich auf organische Stoffe, kohlenstoff- und stickstoffhaltige Verbindungen beziehen, ist die An-

wesenheit von atmosphärischem Sauerstoff erforderlich, weshalb es dabei auf die entsprechende Durchlüftung des Bodens in hohem Grade ankommt. Diese Sauerstoffaufnahme und die sich anschließende Bildung von Kohlensäure und Salpetersäure (Nitrifikation) geht deshalb in den oberen Bodenschichten unter dem Einflusse der Bodenbakterien besonders stark vor sich, vorausgesetzt, daß es an den dazu erforderlichen organischen Stoffen nicht fehlt. Die geradezu wunderbaren Erfolge, welche eine Kalkdüngung auf vielen Bodenarten haben kann, stehen mit diesen Umsetzungs-Vorgängen in engster Beziehung. Es erhellt daraus, wie wesentlich beim Unterbringen der kalkhaltigen Stoffe zunächst ihre innige Vermengung mit den oberen Bodenschichten ist.

Für den denkenden Landwirt bedarf es, wenn die allgemeinen Gesichtspunkte klar sind, keiner weitläufigen Auseinandersetzung über die Art ihrer Verwirklichung. Ist gebrannter Kalk, gemahlener gebrannter Kalk oder gemahlener Kalkmergel möglichst gleichmäßig über die Ackerfläche verteilt, so kann er durch mehrfaches Eggen in verschiedener Richtung sofort mit der obersten Krume vermengt werden. Hat man es mit gebundenem Mergel zu thun, welcher in kleinen Haufen namentlich durch den Winterfrost wirksam gelockert wird, so wird derselbe nötigenfalls durch wiederholtes Eggen und Walzen derartig zerkleinert, daß er zu inniger Verteilung im Boden geeignet ist.

Zum flachen Unterbringen sind die sogenannten Schuheggen, Krümmereggen und stellbare Exstirpatoren mit nicht zu weit von einander abstehenden Schuhen besonders geeignet. Hierauf wird der kalkhaltige Dünger durch mehrscharige Pflüge auf 5—6 cm Tiefe untergebracht und seine gründliche Verteilung im Boden, wenn möglich, noch durch mehrere Eggenstriche nach verschiedenen Richtungen hin vervollständigt. Auch bei den später folgenden Pflugfurchen ist nicht tief zu halten, sondern bei entsprechender Krümelung die Vermengung mit dem oberen Boden nur noch gründlicher herbeizuführen.

Es ist schon erwähnt, daß bei Hackkultur der kalkhaltige Dünger auch nach dem Legen der Kartoffeln aufgebracht und durch

wiederholte Hack- und Bestellungsarbeiten kostenlos mit dem Boden innig vermengt werden kann, in der Regel auch mit gutem Erfolg für den Ertrag der Kartoffel.

In einigen Gegenden wird der Lehmmergel mit Stalldünger zusammen untergepflügt, welche Methode namentlich bei Bodenarten von geringer Kultur gerühmt wird. Man kommt dann oft schon mit einer halben Mistdüngung aus, während auf besserem Boden unter Umständen eine zu große Üppigkeit der Entwickelung, Lagergetreide und dergleichen zu fürchten ist.

Das öftere Wiederholen der Kalkzufuhr mit stetig sich verringernden Gaben hat den großen Vorteil, daß dabei in den meisten Fällen die Vermengung der kalkhaltigen Stoffe mit der oberen Bodenkrume und damit die vorteilhaftere Umsetzung der organischen Stoffe in höherem Grade möglich ist.

Und so mag dieser Abschnitt mit der Mahnung geschlossen werden, der Art und Weise der Unterbringung der kalkhaltigen Stoffe in der Praxis eine möglichst große Sorgfalt zu widmen. Die innige Vermengung mit der oberen Bodenkrume bei trockenem Wetter ist für den Erfolg von entscheidender Bedeutung.

XV. Die Kosten der Kalk- und Mergeldüngung.

Wenn auch in den vorstehenden Mitteilungen bereits einzelne Zahlen über die Kosten der Kalk- und Mergeldüngung gegeben wurden, so erscheint es doch erforderlich, nachfolgend noch eine kurze zusammenfassende Übersicht hierüber zu bringen. Es wird sich daraus ergeben, daß auf sehr vielen Gütern im Durchschnitt jährlich ein bestimmter Kostensatz für Kalk- oder Mergeldüngung zur Belastung des Betriebs angenommen werden muß. Die Kalkumfrage des Jahres 1891/92 hat hierüber zahlreiche Angaben aus der Praxis geliefert.

a) Die Kosten der Düngung mit Ätzkalk.

Aus den früheren eingehenden Darlegungen ergiebt sich, daß die Kosten der Düngung mit Ätzkalk auf leichten sandigen Boden-

arten wesentlich geringer sind als auf schweren thonigen, am niedrigsten naturgemäß in der Nähe der Kalk- und Kohlengebiete, wo die Herstellungskosten am niedrigsten sind und wenig für Verfrachtung zu rechnen ist.

Wenn beispielsweise die Kalköfen Oberschlesiens die Kalkasche z. T. nur mit 20 Pf. für 100 kg berechnen, so kosten 2000 kg, auf den Hektar Sandboden in unmittelbarer Nähe des Ofens aufgebracht, nur 4 Mk., also bei fünfjährigem Umtriebe 0,8 Mk. jährlich; bei gleichen Kosten für Verfrachtung 8 Mk., oder bei 5 jähriger Wiederholung jährlich 1,6 Mk. auf den Hektar, wozu nur noch die Kosten des Aufbringens kommen.

Bei großer Entfernung von den Kalk- und Kohlengegenden sind diese Sätze viel höher. Kalkasche aus Oberschlesien berechnet sich z. B. nach der Kalkumfrage für den Kreis Dirschau in Westpreußen für 100 kg wie folgt:

Kosten an Ort und Stelle	0,22 Mk.
Eisenbahnfracht	0,80 „
Aufbringen	0,20 „
zusammen .	1,22 Mk.

für 100 kg Kalkasche. Das macht bei 2000 kg auf den Hektar 24,40 Mk. oder bei 5 jähriger Wiederholung der Kalkzufuhr im Durchschnitt jährlich fast 5 Mk. Unkosten für den Hektar. Das Beispiel zeigt auch deutlich, welch großes Interesse die Eisenbahnverwaltung und der Staat an dieser Frage haben muß, und wie sehr der letztere Ursache hat, diesen Transport zu erleichtern.

Ein tüchtiger Landwirt aus dem nördlichen Teil der Provinz Posen, welcher seit Jahren für besseren Boden, auch da, wo Mergel darunter vorkommt, besten Stückkalk von Gogolin in Oberschlesien zu Kartoffeln oder Sommergetreide mit Klee als zweite oder erste Nachfrucht oder direkt zu Viktoriaerbsen oder Wickgemenge verwendet berechnet nach der Umfrage die Unkosten wie folgt:

2000 kg Stückkalk auf den Hektar,	100 kg	80 Pf.,	in Gogolin	= 16,00 Mk.
Fracht,	100 „	85 „ ,		= 17,00 „
Aufbringen,	100 „	33 „ ,		= 6,60 „
			zusammen	39,60 Mk.

Bei 5jähriger Wiederholung macht dies demgemäß fast 8 Mk. auf den Hektar an Unkosten, welche dem Betriebe jährlich zur Last kommen.

Ein Landwirt der Merseburger Gegend verwendet an Abfallkalk auf den Hektar zu Gerste 450—500 kg, zu Pferdebohnen und Wicken 600 kg, zu Raps 500 kg, zu Zuckerrüben 900 kg; der Abfallkalk kostet an Ort und Stelle 35,2 Pf., Transport 18,5 Pf., Aufbringen 20 Pf., zusammen also 73,7 Pf. für 100 kg, was demnach für die genannten Früchte je zwischen 3,3 und 6,6 Mk. auf den Hektar an Unkosten ergiebt.

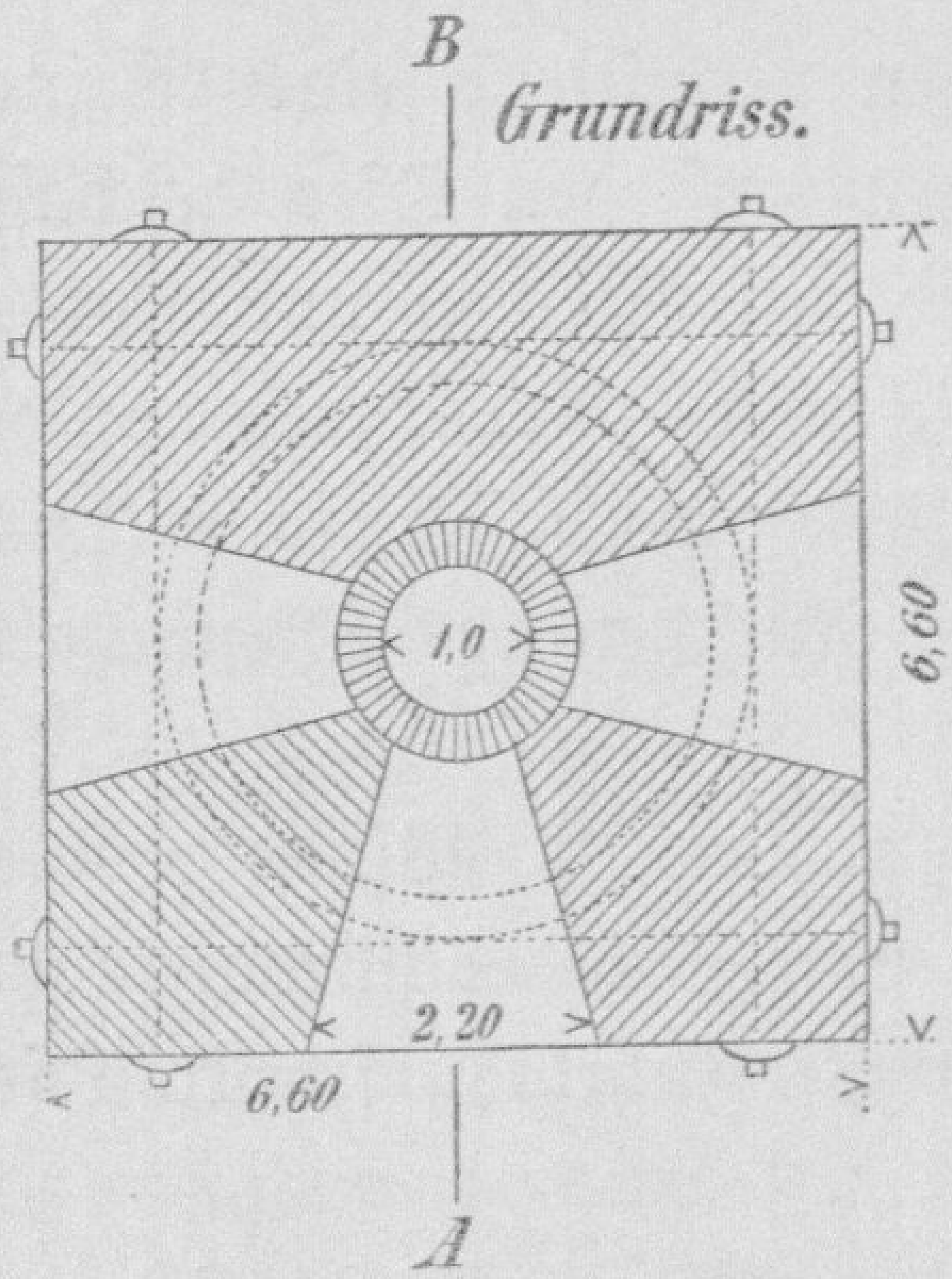
Der Abfallkalk wird nötigenfalls mit der Weberschen Düngermühle zerkleinert und mit der Düngerstreumaschine von Schmidt & Spiegel gestreut.

Auf sehr schweren Bodenarten werden verschiedentlich viel größere Mengen von gebranntem Kalk verwendet, wodurch die Unkosten wesentlich wachsen. So werden auf einem schweren Lehm- und Thonboden der Gegend von Bonn alle 8 Jahre 9600 bis 11 200 kg gebrannter Kalk zu Weizen oder Hafer, worauf Klee folgt, aufgebracht. 100 kg berechnen sich frei Gut zu 1,24 Mk., das Ganze also zu 119 bis fast 139 Mk. oder im Durchschnitt jährlich zu rund 16 Mk. auf den Hektar ohne die Kosten des Aufbringens.

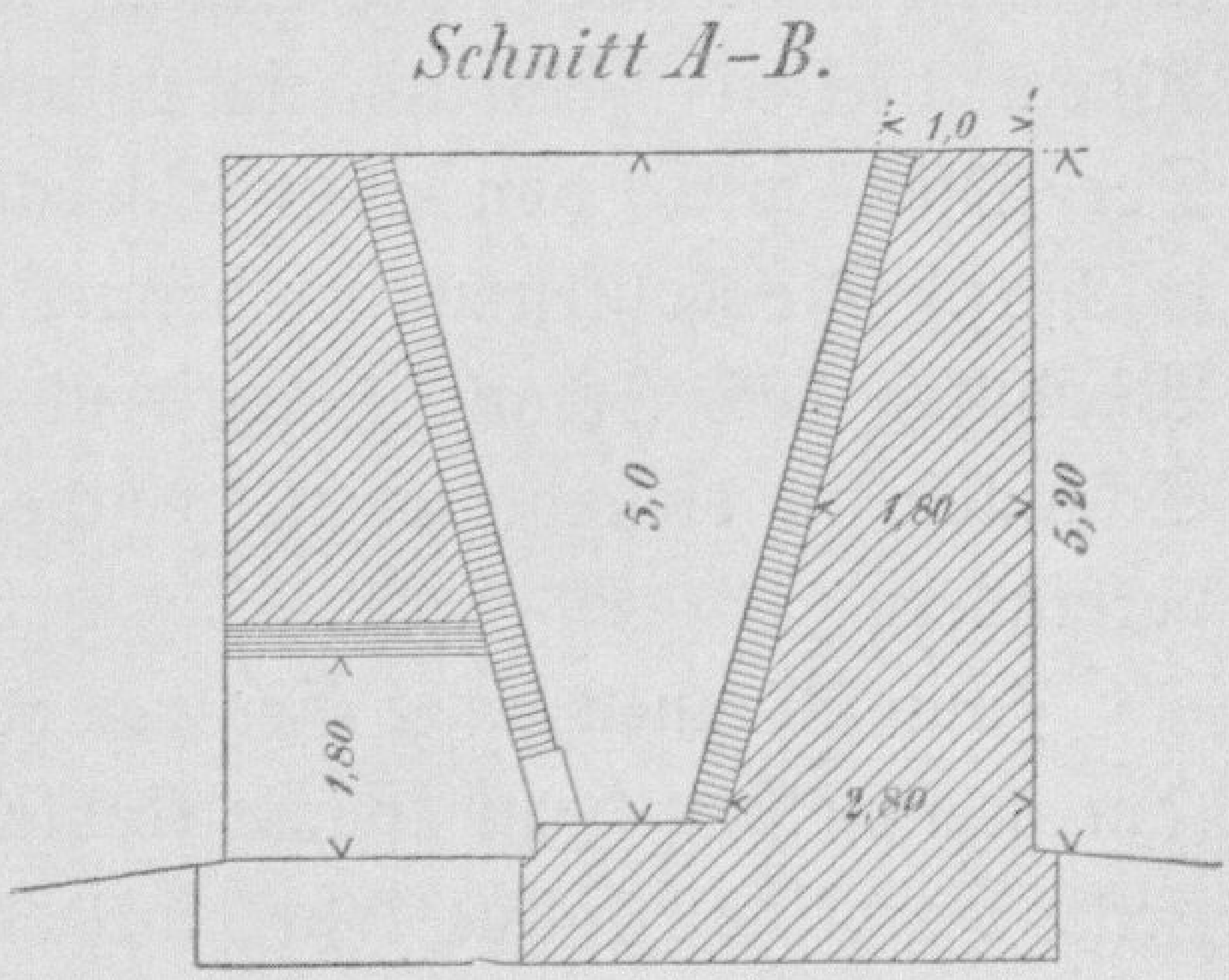
Vergleicht man damit, daß Herr Ökonomierat Karbe zu Kurtschow, Kreis Crossen a. O., auf ganz leichtem, trockenem Sandboden zu Winterroggen auf den Hektar jetzt 900 kg Kalkasche von Oberschlesien, welche sich ihm frei Eisenbahnstation auf $^2/_3$ Mk. für 100 kg stellt, also 6,00 Mk. an Unkosten auf den Hektar — falls Wundklee eingesät werden soll, aber 2700 kg Kalkasche oder 18,00 Mk. Kosten auf den Hektar — verwendet, so zeigt sich, wie die Verschiedenheit der Bodengrundlagen zu den weitest auseinanderliegenden Kapitalverwendungen von wenigen bis über 100 Mk. auf den Hektar führt, und der Natur des Bodens entsprechend, führen muß, wenn Erfolge und nicht Mißerfolge erzielt werden sollen. Die Unkosten werden zu Kurtschow noch etwas höher, da die Kalkasche mehrere Meilen von der Eisenbahnstation gefahren werden muß.

Trotzdem ist es der billigste kalkhaltige Dünger, welcher daselbst zur Verfügung steht.

Falls der gebrannte Kalk in einer Gegend zu teuer oder nicht zur Genüge vorhanden ist, kann dem unter Umständen durch die Anlage eines eigenen Ofens, wie früher bereits erwähnt, abgeholfen werden. So hat sich Herr Ökonomierat Vibrans zu Wendhausen bei Hildesheim in der neueren Zeit an seinem Kalksteinbruch einen eigenen Kalkofen angelegt und dazu auf den Vorschlag des Verfassers die bei Corbach übliche trichterartige belgische Ofenform gewählt. Da dies für landwirtschaftliche Zwecke einer der zweckmäßigsten und auch billig auszuführenden Kalköfen ist, so wird von demselben nachstehend ein besonderer Grundriß und Durchschnitt nebst Kostenanschlag auf Grund der gütigen Zusammenstellung des Herrn Vibrans gegeben. Herr Vibrans schreibt darüber folgendes:



Grundriß des Kalkofens.



Durchschnitt des Kalkofens.

Der Kalkofen zu Wendhausen bei Hildesheim.

„Derselbe lehnt sich an die Wand des Bruches derart an, daß er auf der Sohle eines nicht ganz ausgebrochenen Teiles im Bruche steht, und mit der First des Kalkberges abschneidet.

Der Ofen, 6,60 m im Geviert und 5,20 m hoch, hat 3 Abzugs-

öffnungen. Der runde Schacht ist oben 4,60 und unten 1 m weit, 5 m hoch und mit Barnsteinen ausgefüttert.

Der übrige Teil des Ofens ist aus dem im Bruche vorhandenen Material hergestellt. Es sind verbraucht zum Bauen 190 cbm Bruchsteine, 5000 Barnsteine. Die Kosten belaufen sich inkl. 150 Mk. für eiserne Anker und Ankerplatten, sowie für Kalk 2c. inkl. Mauerlohn, Bruchlohn und Grubenzins für Steine und Anfuhr der Barnsteine auf rund 1250 Mk.

Außerdem ist der Ofen zum Schutz des abgezogenen gebrannten Kalks, soweit er nicht in den Abzugsnischen bleiben kann, mit einem Schuppen umgeben mit Ausnahme der Seite, welche gegen den Berg lehnt.

Der Schuppen hat 810 Mk. gekostet, ist aber für einen Ofen zu einem rein landwirtschaftlichen Betriebe nicht erforderlich, weil es bei eigener Verwendung nicht darauf ankommt, wenn der gebrannte Kalk mal etwas Regen bekommt. Oben ist der Ofen frei und nicht überbaut. Die Steine werden vermittelst einer kleinen 40 cm breiten Feldbahn in Windungen auf den Ofen geschafft. Der Ofen wird von oben abwechselnd mit Steinen und Kohlen beschickt. Die Kohlen müssen beim Beschicken 20—30 cm weit von der Wandung des Schachtes entfernt bleiben, weil sich sonst leicht Schlacken an dieselbe setzen, welche das Rutschen des Ofeninhalts verhindern.

Zum Brennen eines Centner Kalk gehören 20 Pfund Kohlen (am geeignetsten dazu ist Kalkkohle D von Zeche Schürbank oder Zeche Caroline), solche kostet inkl. 12,50 Pf. Fuhrlohn franko Ofen 77 Pf. pro Centner.

Der Ofen schafft bei einem einmaligen Abzuge in 24 Stunden 150 Ctr. (7500 kg) gebrannten Kalk.

Der Kalkstein enthält 92—94 % kohlensauren Kalk und werden zu 150 Ctr. Ätzkalk ca. 270 Ctr. Kalksteine verwendet, also zu 1 Ctr. Ätzkalk 180 Pfund Steine.

An Lohn für Brechen der Steine, Transport auf den Ofen, Beschicken desselben und Abziehen des gebrannten Kalks zahle ich pro Centner Ätzkalk 10 Pf.

Die Gestehungskosten von 1 Ctr. Kalk stellen sich:

180 Pfund Kalksteine Bruchzins (720 Ctr. 20 Mk.)	5	Pf.
10 % Amortisation 5 % Zinsen von 1250 Mk. verteilt auf 6500 Ctr. Kalk ca.	3	"
Arbeitslohn (Akkord)	10	"
20 Pfund Kohlen à Ctr. 77 Pfg.	15,4	"
zusammen	33,4	Pf.

Den Bruchzins mit 5 Pfg. kann man, wenn der Kalk auf den eigenen Ländereien bleibt, absetzen und stellt sich dann 1 Ctr. Kalk auf 28,4 Pf.

Würde ich jetzt die Anlage nochmal ausführen, so würde ich zur besseren Ausnutzung der Wärme den Ofen einen Meter höher bauen und zweitens denselben nicht an eine Bergwand lehnen, sondern die Bergwand mit dem Ofen durch eine Brücke verbinden, damit die Abzugsöffnungen besser verteilt werden und man imstande ist, um den freistehenden Ofen herumzufahren".

Wenn nun sowohl die angegebenen Kostensätze in verschiedenen Gegenden etwas wechseln, wie auch der Bedarf an Kohlen je nach der Natur der Kalksteine schwankt, so wird durch vorstehende Berechnung doch aus der Praxis heraus bestimmt nachgewiesen, wie billig der gebrannte Kalk unter Umständen in eigenen Öfen hergestellt werden kann, sogar da, wo die Kohlen aus größerer Entfernung mit der Eisenbahn bezogen werden müssen. Man wird danach auch im einzelnen Falle sich entscheiden können, ob bei Vorhandensein der Rohstoffe eine eigene Anlage, welche bei diesen Trichteröfen nicht teuer zu stehen kommt, zweckmäßig ist. Es mag noch erwähnt werden, daß, wenn dabei auch einmal ein unvollständig gebranntes Stück Kalkstein mit unterlaufen sollte, dies bei Verwendung zur Düngung weniger in Betracht kommt als zu anderen Zwecken.

Um die Unkosten der Kalkdüngung noch genauer übersehen zu können, wird nachstehend von dem Gute Poblotz bei Pottangow in Hinterpommern, wo kürzlich in 13 Monaten 350 ha Ackerland gekalkt worden sind, eine Übersicht der einzelnen Sätze gegeben, und zwar einerseits bei Verwendung von oberschlesischem Stück-

kalk, andererseits bei Benutzung von gemahlenem und in Säcken des Verkäufers versandtem gebranntem Düngekalk von Rüdersdorf bei Berlin. Der Besitzer des Gutes, Herr Hofrat Sommerfeld, hat diese Übersicht in dankenswerter Weise durch Herrn Administrator Piper zusammenstellen lassen. Die Entfernung des Gutes von der Eisenbahnstation beträgt 20 km, wodurch sich die Unkosten nicht unwesentlich erhöhen.

1. Unkosten der Kalkdüngung zu Poblotz bei Verwendung von Oberschlesischem Stückkalk.

		Mark
1 Waggon, 200 Ctr., Preis ab Werk Gr. Strehlitz und Tarnau abzüglich Vergütung und Dekort		81,75
Fracht bis Pottangow	140,00 Mk.,	
ab: Bonifikation für Düngezwecke	63,00 „	77,00
Benachrichtigung durch Telegramm		95
Fracht von Pottangow bis Poblotz direkt aufs Feld, 20 km Chaussee à Centner 0,22 Mk.		44,00
Löschen mit Wasser und Bewerfen, 5 Mann à 1,75 Mk.		8,75
2 Pferde Wasser dazu fahren à 3 Mk.		6,00
Säen mit Maschine, 5 ha à 40 Ctr., 2 Tage: 2 Mann à 1,75 Mk., 2 Pferde à 3 Mk. } 2 Tage	19,00 Mk.	
Abdecken, Durchsieben, Einsacken, Verfahren { 5 Mann à 1,75 Mk., 2 Pferde à 3 Mk., 2 Tage }	29,50 „	
Außerordentliche Vergütung an die Arbeiter für 1 ha = 1,00 Mk.	5,00 „	53,50
zusammen		271,95

oder pro Centner ausgestreut = rund 1,36 Mark
„ pro Hektar = rund 54,40 „

Diese Unkosten setzen sich zusammen wie folgt:

pro Centner Pfennig		pro Hektar Mark
40,9	Stückkalk	16,36
38,5	Eisenbahnfracht	15,40
22,4	Fracht auf Landweg	8,96
zusammen 101,8	zusammen	40,72

Übertrag	101,8	Übertrag . . .	40,72
	7,4	Ablöschen und Wasserfahren . . .	2,96
	17,3	Abdecken, Sieben, Sacken, Verfahren einschließlich Vergütung	6,92
	9,5	Ausstreuen mit Maschine	3,80
zusammen	136,0	zusammen . . .	54,40

2. Unkosten der Kalkdüngung zu Poblotz bei Verwendung von gemahlenem gebrannten Kalk von Rüdersdorf bei Berlin.

	Mark
1 Waggon, 200 Ctr., Preis ab Cementfabrik abzüglich Dekort	126,77
Fracht von Rüdersdorf bis Pottangow	50,00
Benachrichtigung von der Bahn	0,95
Säcke zurückgesandt	3,70
Fracht von der Station zum Gutshof, 20 km Chaussee, à 0,20 Mk.	40,00
Ausfahren aufs Feld, 1½ Tage:	
2 Mann à 1,75 Mk. / 4 Pferde à 3 Mk. } 1½ Tage	23,25
Säen mit Maschine, 20 Morgen à 10 Ctr., 1½ Tage:	
2 Mann à 1,75 Mk. / 2 Pferde à 3 Mk. } 1½ Tage	14,25
zusammen . . .	258,92

oder pro Centner ausgestreut = rund 1,29 Mark
pro Hektar = rund 51,60 „

Die Unkosten setzen sich zusammen wie folgt:

pro Centner Pfennig		pro Hektar Mark
63,4	Gemahlener Düngekalk	25,36
26,8	Eisenbahnfracht, einschließlich Zurücksendung der Säcke	10,72
20,5	Landfracht aufs Gut einschließlich Benachrichtigung	8,20
11,6	Ausfahren aufs Feld	4,64
7,1	Streuen mit Maschine	2,84
zusammen rund . . 129,0	zusammen rund . .	51,60

Hätte der Kalk gleich aufs Feld zur Verbrauchsstelle gefahren werden können, so würden sich die 200 Ctr. etwa 19 Mk. billiger,

auf rund 240 Mk. gestellt haben, oder der Centner ausgestreut = 1,2 Mk.

Bei beiden Wertsvergleichungen ist noch zu berücksichtigen, daß der oberschlesische Stückkalk hochgradiger ist als der angewendete Rüdersdorfer Kalk. Der bei weitem größte Teil des Ackerlandes ist mit oberschlesischem Stückkalk gedüngt worden.

Die Kalkdüngung zu Poblotz, welche nicht viel mehr als 1 Jahr in Anspruch genommen, hat ein besonderes Interesse deshalb, weil sie beweist, wie rasch sich bei hinreichendem Kapital und kräftiger Benutzung aller Hilfsmittel eine solche Bodenverbesserung durchführen läßt.

b) Kosten der Düngung mit Mergel.

Die Kosten der Mergeldüngung richten sich zum nicht geringen Teile nach den Nebenstoffen, welche außer kohlensaurem Kalk mit bewegt werden müssen, sind also bei hochgradigem Mergel am niedrigsten.

Auf einem Gute in Pommern wird Kalkmergel mit 80 % kohlensaurem Kalk auf 14 km von der Mergelgrube her geholt und zu 8 zweispännigen Fudern (etwa 8000 kg) auf den Hektar aufgebracht. Die Unkosten betrugen nach der Kalkumfrage

1. für den Rohstoff	8,00 Mark
2. für Fracht	48,00 „
3. für das Aufbringen	3,00 „
zusammen . .	59,00 Mark

oder bei 10jähriger Wiederholung rund 6 Mk. jährlich auf den Hektar. Bei Vorhandensein auf dem Gute selbst würden sie noch nicht die Hälfte betragen.

Bei den gemahlenen Kalksteinen und Kalkmergeln wird die Aufbringung durch Düngerstreumaschinen erleichtert; in neuerer Zeit ist auch ihr Preis wesentlich niedriger geworden. Im Hinblick auf die langsame Umsetzung vieler dieser gemahlenen Kalksteine ist jedoch das Kilogramm Calciumoxyd oft noch teuer genug.

Wenn beispielsweise gemahlene Kalkmergel von 90 % kohlensaurem Kalk, mit 1,20 bis 1,40 Mk. für 100 kg ab Werk ab-

gegeben werden, so kostet 1 kg Calciumoxyd darin fast 2,4 bis 2,8 Pf., während es sich in einem hochgradigen gebrannten Kalk von 90 % Kalk bei einem Preise von 1,20 Mk. für 100 kg nur auf 1,33 Pf. stellt.

Auf einem Gute der Mark Brandenburg wurde der Kalkarmut durch Lehmmergel aus dem eigenen Boden abgeholfen, indem auf den Hektar 240 cbm davon aufgebracht wurden. Trotzdem hierzu Feldeisenbahn verwendet wurde, stellten sich die Unkosten doch auf 120 Mk. oder bei 20 jähriger Wiederholung auf 6 Mk., bei 30 jähriger Wiederholung auf 4 Mk. für den Hektar im Durchschnitt jährlich. Neben der Kalkzufuhr wird hierbei ein Hauptvorteil auf die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften und der Absorptionsverhältnisse gerechnet werden müssen.

In der guten kalkhaltigen Untergrunderde (Kuhlerde) der Marschen der Nordseeküsten wird mit dem kohlensauren Kalk zugleich eine große Menge von leicht aufschließbarem Stickstoff, von Kali und Phosphorsäure dem Acker zugeführt, weshalb dabei auch weit größere Kostensätze in Anwendung gebracht werden. Von der Wilster-Marsch in Holstein wird mitgeteilt, daß daselbst auf Brache zu Raps 400 Fuder dieser „Kuhlerde" zum Teil aus 10—20 Fuß Tiefe hervorgeholt und aufgebracht werden mit einem Kostenaufwande von 300 Mk. für den Hektar.

Aus anderen Marschgegenden werden sogar Kostensätze bis zu 600 Mk. für den Hektar mitgeteilt. So viel Anerkennung im Interesse einer nutzbringenden Verwertung vorhandener Arbeitskräfte solche großartige Bodenverbesserungen auch verdienen, so muß in anderen Fällen doch geprüft werden, ob nicht durch starke Ätzkalkgaben ein wesentlich lohnenderer Erfolg erzielt werden kann.

Bei der Verwendung des in Norddeutschland häufig nicht viel kohlensauren Kalk enthaltenden diluvialen „Lehmmergels" zum Zwischenschichten (Unter- und Auflagerung) zwischen den Stallmist im Stalle, auf der Dungstätte und auf dem Felde kommt in erster Reihe die bessere Konservierung des Stalldüngers in Betracht, und die Düngerwirkung des gleichzeitig mit

aufgebrachten Kalks, die in dieser Form verhältnismaßig rasch in Erscheinung tritt, ist häufig eine nichts kostende Beigabe, wenn nämlich die erwachsenen Unkosten durch die bessere Erhaltung und Wirkung des Stalldüngers gedeckt werden. In nicht seltenen Fällen kann die Versetzung des Stalldüngers mit dünnen Schichten von Lehmmergel als eine besonders billige und lohnende Kalkzufuhr bezeichnet werden. Einem sehr lesenswerten Artikel von Teichmüller zu Hohenziatz bei Loburg: „Über Kompostieren des Stalldüngers durch Zuführen von Mergel oder Lehm" in der Zeitschr. d. landw. Centralvereins der Prov. Sachsen (Jahrg. 1868) wird darüber folgendes entnommen. Der in den Sommermonaten am Rande der zu düngenden Schläge kompostierte Dünger wird auf Sandboden zu Winterroggen „als besonders passend und zur physikalischen Verbesserung dieses Bodens besonders geeignet" verwendet und nach längeren praktischen Erfahrungen warm empfohlen. Es wird dabei in folgender Weise verfahren: Auf den vom Wirtschaftshofe entferntesten Ackerbreiten wird aus der am nächsten liegenden Lehm- und Mergelgrube eine 12 Fuß breite Stelle (so lang, daß der Dünger für einen Schlag von 100 Morgen ausreicht) mit einer 12 Zoll starken Schicht Mergel oder Lehm befahren und mit Jauche tüchtig getränkt und sodann eine Schicht von 12 bis 18 Zoll Stalldünger aufgefahren. Es folgt darüber eine Schicht von 6 Zoll Mergel oder Lehm, die wieder mit Jauche tüchtig getränkt wird, dann eine zweite 12 Zoll starke Schicht Stalldünger und als Decke darüber eine 4—5 Zoll starke Lehmschicht, die abermals mit Jauche stark begossen wird. Um die obere Lehmschicht geschmeidig zu erhalten, wird letzteres von Zeit zu Zeit wiederholt. Die Düngermasse bleibt bis zu ihrer Verwendung 8—10 Wochen liegen. Die gesamten Arbeitsunkosten betrugen für die mit kompostiertem Dünger abzudüngenden nahezu 300 Morgen für den Morgen 6 Mk. 82 Pf., während ohne diesen Mergelzusatz nur 200 Morgen abgedüngt werden konnten zu 3 Mk. 84 Pf. für den Morgen, sodaß also die Mergelkompostdüngung etwa 3 Mk. auf den Morgen teurer ist. Die Vorteile berechnet Teichmüller folgendermaßen:

1. Die mir zu Gebote stehende Stalldüngermasse, welche nur zum Abdüngen von 200 Morgen ausreichend ist, vermehre ich durch den Zusatz von Mergel und Lehm derartig, daß ich ca. 300 Morgen gut düngen kann.

2. Die Gespannkräfte, für welche dadurch, daß das Feld wie hier von Mitte Mai an vollständig bestellt ist, keine wichtigen Feldarbeiten vorliegen, müßten hier für die Zeit bis zur Ernte reduziert werden, wenn dieselben nicht durch die Beschaffung des zu kompostierenden Düngers eine zweckmäßige Verwendung fänden. Ebenso ist es mit den Handarbeitskräften, die der Wirtschaft für die nachfolgenden Erntearbeiten erhalten werden. Die angeführten Exempel beweisen außerdem, daß zur Zeit der Roggenbestellung, also zu einer Zeit, wo die Gespannkraft der Pferde nicht hoch genug angeschlagen werden können, anstatt durch 1 Gespann 2 Morgen, 4 bis 5 Morgen täglich mit Dünger befahren werden können, also daß hierdurch allein schon der durch die Berechnung sich herausstellende Mehrbetrag von 3 Mk. pro Morgen kompostierter Mistdüngung reichlich aufgewogen wird.

3. Der Stalldünger gewinnt durch das Kompostieren an Quantität und Qualität, während er auf dem Hofe leicht austrocknet und verbrennt. Die Pflanzennahrungsstoffe kommen in vorgeschrittenem Grade assimilierbar in den Boden, während unkompostierter Stalldünger in trockenen Jahren, wie 1865, verkohlt und unzersetzt wieder ausgepflügt wird. „Die hier gemachte Erfahrung hat hinreichend gelehrt, daß die Früchte nach Anwendung dieses kompostierten Düngers den Vorzug hatten vor anderen und daß sie besonders in den trockenen Jahren nicht in der Weise litten, wie es der Fall war nach Abdüngung mit reinem Stalldünger und mit künstlichem Dünger"*).

4. Die Anwendung dieses Kompostdüngers ist für Sandboden nicht nur einer Düngung, sondern überhaupt einer Melioration gleich zu achten. Die wiederholte Anwendung vertritt eine re-

*) Die große Bedeutung der Kalisalze zur Bedüngung des Sandbodens und zur Konservierung des Stallmists war damals (1868) noch nicht bekannt.

guläre Mergelung. Ist nur Lehm zur Beimischung vorhanden, so besteht kein Zweifel, daß Sandboden durch Aufbringung von Lehm gekräftigt bezw. physikalisch verbessert wird.

Die vorstehenden Mitteilungen des Herrn Teichmüller sind für die Bewirtschaftung des oft kalkarmen Sandbodens auch gegenwärtig noch von hohem Interesse, so sehr auch die größere Ausdehnung der Hackkultur und die stärkere Verwendung käuflicher Dungmittel zur Konservierung des Stalldüngers im einzelnen Falle wirtschaftliche Änderungen vorschreiben können. Auch in Lupitz wird die Kompostierung des Stalldüngers mit Lehm und Lehmmergel in erheblichem Umfange und für den dortigen Sandboden mit großem Erfolge in Anwendung gebracht.

C. Die Erfolge der Kalk- und Mergeldüngung.

XVI. Günstige Erfolge.

1. Sandboden.

Wer nach Durchwanderung der in hohem Kulturzustande befindlichen Gutsfeldmark zu Lupitz zu dem fiskalischen Walde kommt, worin unter einer Sanddecke der wertvolle 20prozentige Diluvialmergel auftritt, dessen Verwendung die ersten wirtschaftlichen Erfolge in Lupitz einleitete, findet in unmittelbarer Nähe den sandigen Boden mit graugrüner Heide dicht bewachsen, ein landwirtschaftliches Bodenbild, wie es in der Lüneburger Heide in großen Flächen ganz ähnlich auftritt. Man erhält durch diesen Vergleich den unmittelbarsten Beweis dafür, was aus diesen Wüsteneien durch bessere Kultur und Düngung geschaffen werden kann, und welche wichtigen Landeskulturfragen in dieser Hinsicht in Betracht kommen, zu deren Förderung solche praktischen Beispiele den besten Wegweiser abgeben. Wie es bei solchem stark ausgelaugten, kalkarmen, sandigen Boden zur Erzielung eines besseren Erfolges an erster Stelle auf die Frage des Kalkgehaltes ankommt, ist weitläufig ausgeführt worden. Die Befriedigung dieses Bedürfnisses ist der erste und wichtigste Punkt, nach welchem in solchen Fällen gefragt werden muß und wodurch großartige Erfolge, so früher wie in der Gegenwart, gewonnen werden. Im vorigen Jahrhundert bereits wird in Oberösterreich die große Welserheide, zwischen Linz und Wels, erwähnt, um zu erweisen, welcher unendliche Nutzen durch Aufbringen von Mergel, daselbst Schlier genannt, erzielt

werden kann. Es wird mitgeteilt, daß die Verbesserung des „heißen Sandbodens, der aus Kalk-, Granit- und Quarz-Geschieben, dann etwas Dammerde, besteht", so gelungen ist, daß eine unabsehbare Fläche bereits in die fruchtbarsten Felder umgeschaffen war, und daß das Getreide auf dieser Heide ausnehmend gut geriet.

Was aus rohem, versäuertem Boden durch Kalkzufuhr geschaffen werden kann, ist vielfach geradezu als außerordentlich zu bezeichnen. Bei der Untersuchung der Frage: Wie wirkt der Mergel? sprach sich Koppe dahin aus, daß der Mergel nach der Erfahrung Veränderungen hervorbringt, „die allein wichtiger sind, als diejenigen, welche Düngung, Fruchtfolge und Beackerung zusammengenommen zu bewirken vermögen". Iversen sagte über den Erfolg der ersten Mergelung in Schleswig-Holstein: „Wo der Boden vormals nur Roggen und Hafer tragen konnte, gedeiht jetzt, nach der Bemergelung, der Weizen und die schönste Gerste. Wo sich vormals eine Kuh auf 2 Tonnen Landes kümmerlich nährte, finden jetzt davon zwei die üppigste Weide. Der leichte Boden, der vormals schon im zweiten und dritten Weidejahre Heide produzierte, und dem kein Dünger diese Neigung abgewöhnen konnte, ist durch die Bemergelung umgeändert worden, und trägt jetzt den schönsten, feinsten, weißen Klee. Millionen Tonnen Korn werden jetzt mehr gewonnen, tausende Stück Vieh werden schon jetzt mehr gehalten als vormals". Vor der Bemergelung gab Weizen das 7., nachher das 10. Korn, Roggen vorher das 6.—7., nachher das 8.—9. Korn, Gerste vorher höchstens das 8., nachher das 14.—16. Korn, Hafer vorher das 4.—10., nachher das 14. Korn.

Das Mergeln ist aus diesem Grunde früher in einzelnen Gegenden so außerordentlich rasch gefördert worden. Ein im Jahre 1817 durch Mecklenburg reisender Landwirt bemerkte folgendes: „Von der Energie, mit der diese Melioration dort getrieben wird, hat man anderwärts gar keinen Begriff." „Eine Totenstille fand ich vielfältig auf den Höfen, allein desto mehr Lärmen in den unterirdischen Goldgruben." „Mit welcher

Anstrengung man die Mergelung betreibt, läßt sich daraus abnehmen, daß in einem Jahre $1/9$, $1/8$, $1/7$ ja sogar $1/6$ der ganzen Feldmark bemergelt wird."

Ähnliches teilte Koppe aus der Berliner Gegend mit, um zu erweisen, daß auf dem dürren, ausgesogenem Sandboden der Mark die Wirkung des Mergels ebenso bedeutend sei. Wenn die gewöhnliche Ernte auf „dreijährigem Roggenland" (grober lehmiger Sand) das dritte Korn betrug, so stieg dieselbe durch die Mergelung auf das neunte Korn. Auf dem schlechtesten Schlage des Gutes Reichenow wurde durch die Mergelung die 13fache Aussaat gewonnen. Dabei kostete die Mergelung in damaliger Zeit (1819), mit 80—85 einspännigen Karren zu 11—12 Kubikfuß Mergel auf den Morgen einschließlich der Pferdearbeit 7,20 Mk. „Der Stand der Früchte auf dem Felde hat auch dem Ungläubigsten gezeigt, daß auf sandigem und sterilem Boden der Mergel mehr als jede Mistdüngung wirke."

Koppe verwundert sich deshalb, daß bei solchen Erfolgen die Anwendung des Mergels sich nicht schneller verbreite, und findet die Ursache der geringen Teilnahme für eine so wichtige Angelegenheit in der gebräuchlichsten Theorie über die Wirkung des Mergels, welche die meisten Schriftsteller vertreten, wonach der Mergel weniger unmittelbar, als vielmehr mittelbar das Pflanzenwachstum befördern soll. Koppe fand, daß die angegebene Mergeltheorie mangelhaft sein müsse und spricht bereits damals (1825) Zweifel gegen die Humustheorie aus. Es waren zum Teil Gründe ähnlicher Art, — Gründe, die noch jetzt fort und fort wirken und widerlegt werden müssen, — welche den Verfasser dieser Schrift veranlaßt haben, diese Frage im ersten Teile derselben eingehend zu erörtern.

Für die Thatsache, daß ohne Kalkzufuhr der Ackerbau unter Umständen überhaupt aufhört, kann aus der Gegenwart der leichte trockene Sand des Gutes Clebow, Kreis Crossen a. O., auf dem östlichen Höhenboden der Odergegend in der Mark Brandenburg als Beweis angeführt werden.

Der Verfasser verdankt die bezüglichen, der neuesten Zeit an=

gehörigen Mitteilungen Herrn Ökonomierat Karbe zu Kurtschow bezw. Herrn Inspektor Baumann.

Für den Sandboden in Clebow, auf welchem niemals Kalk oder Mergel angewendet worden ist, wurde die Aufforstung des größten Teiles zu Wald ernstlich ins Auge gefaßt. Im Jahre 1889 wurde in Clebow auf 37½ ha Roggen 6⅔ D.-Ztr. Korn vom Hektar gedroschen. 1890 wurden auf einer Fläche von 18 ha je 10 D.-Ztr. Rüdersdorfer Staubkalk auf den Hektar zu Roggen gegeben und infolgedessen 11 D.-Ztr. Korn, also 4⅓ D.-Ztr. mehr, gewonnen. Vom Jahre 1891 an wurden sodann alljährlich je 12 D.-Ztr. oberschlesischer Staubkalk auf den Hektar angewandt und fast stets 6 D.-Ztr. Roggen mehr geerntet. 1893 betrug die Kornernte sogar 16 D.-Ztr. vom Hektar, also 9⅓ D.-Ztr. mehr als 1889 ohne Kalk. Der betreffende Roggen war von solcher Güte, daß der benachbarte Müller erklärte, von keinem Dominium gleichartigen erhalten zu haben. Zum Vergleich kommt hierbei auch lediglich die Wirkung des Kalkes in betracht, da Kunstdünger, Thomasschlacke und Kainit nicht angewendet worden war. Rechnet man 100 kg Kalkasche in den Boden eingebracht zu 1,50 Mk., so kosten 12 D.-Ztr. Kalkasche 18 Mk. auf 1 ha. Beträgt die Mehrernte an Roggen (vom Stroh wird abgesehen) 4 D.-Ztr., so macht das bei dem jetzigen niedrigen Preise von 12 Mk. der Doppelzentner 48 Mk., bei 6 D.-Ztr. Mehrernte 72 Mk. Mehrertrag. Das ergiebt also gegenüber dem durch die Kalkdüngung erwachsenen Unkosten von 18 Mk. einen Mehrertrag lediglich an Körnern von 30—54 Mk. auf den Hektar. Ganz abgesehen davon, wie weit der Anbau von Roggen bei so niedrigen Preisen auf derartigem geringen Sandboden noch lohnend sein kann und ob der geringste leichteste Sandboden nicht zweckmäßiger anzuschonen ist, wird durch das Angegebene doch in großartiger Weise praktisch erwiesen, was sich auch bei so ungünstigen Bodenverhältnissen durch Kalkzufuhr mehr erzielen läßt. Wo irgendwie der Sandboden physikalisch etwas besser zusammengesetzt ist oder eine größere Bodenfrische besitzt, pflegt der Erfolg ein größerer und gesicherterer zu sein.

Von Clebow wird noch mitgeteilt, daß auch die Lupine da,

wo vorher Kalk zu Roggen gegeben war, in den trockenen Jahren sehr gut stand und daß auch die Bauern, durch diese gelungenen praktischen Beispiele angeregt, daselbst jetzt sämtlich Oberschlesischen Staubkalk anwenden. „Kartoffeln wollten in Clebow nicht mehr geraten, gaben kleine Knollen und wenig Stärke und waren zur Brennerei nicht zu gebrauchen. Von 1893 ab, in welchem Jahre auf 1 ha 16 D.-Ztr. Kalkasche gegeben, wurden die Kartoffeln schön und groß. Vorher bezog der Vogt in Clebow seine Eßkartoffeln vom Nachbargut Drehnow, denn in Clebow gab es keine Eßkartoffeln". Die angegebenen Zahlen haben ein besonderes Interesse, weil sie beweisen, daß auch wenig kalkhaltige Pflanzen, wie Roggen und Kartoffeln, auf diesem armen Boden durch Kalkdüngung so wesentlich gefördert worden sind.

Der volle Segen der Kalkzufuhr zum kalkarmen Sandboden wird in der Regel erst erreicht durch den vermehrten Anbau von Blattfrüchten, namentlich der sogenannten Kleepflanzen, in Verbindung mit der entsprechenden Verwendung von Kali und Phosphorsäure. Es ist erst etwa 1 Jahrhundert verflossen, seitdem die Kleepflanzen unserem Ackerbau mehr dienstbar gemacht sind und es bekundete den weiten Blick des Staatsrats Thaer, daß er im Anfange dieses Jahrhunderts bereits die norddeutschen Landwirte auf den sogenannten Norfolker Wechsel:

1. Hackfrucht,
2. Sommerhalmfrucht,
3. Klee,
4. Winterhalmfrucht,

aufmerksam machte, wenn derselbe auch auf vielen leichten norddeutschen Böden, wie Koppe hervorhob, schwer durchzuführen war.

Im Laufe dieses Jahrhunderts ist der Ackerbau mit Blattfrüchten aus der Familie der Leguminosen wesentlich bereichert worden. Es braucht dabei für den leichten Boden nur an Lupine, Wundklee und Serradella erinnert zu werden, durch deren Anbau den großen, auf Fruchtwechselwirtschaft gerichteten Zielen Thaers zur Zeit in ganz anderer Weise entsprochen werden kann, als man früher zu ahnen vermochte. Es kommt hinzu, daß in der zweiten

Hälfte dieses Jahrhunderts durch die Erschließung von Kalisalzlagern durch den Bergbau und von billigen Phosphorsäurequellen durch Bergbau und Technik die Ziele der von Liebig so kräftig betonten Ersatzwirtschaft auch für leichten Sandboden erreicht werden konnten, den früher das Elend und die Unselbstständigkeit der Düngerwirtschaft als eine Last des besseren Bodens hatten erscheinen lassen. Wenn deshalb ausgesprochen worden ist: „Dem Sandboden gehört die Zukunft“, so wollte man auf die großen bezüglichen Fortschritte gerade dieses Bodens, die mit verhältnismäßig geringer Kapitalverwendung erzielt werden können, aufmerksam machen.

Wenn vorher auf den großen Gegensatz der hochkultivierten Lupitzer Wirtschaft und des angrenzenden mit graugrüner Heide besetzten Sandbodens hingewiesen wurde, so müssen zur Erklärung dieser Hochkultur alle die genannten Umstände — neben Mergel die Anwendung von Kali und Phosphorsäure, der Anbau zahlreicher stickstoffsammelnder Blattfrüchte, insbesondere auch in Form von Gründüngungspflanzen — herangezogen werden. Erst durch eine langjährige und unermüdliche Versuchsthätigskeit ist es dem Besitzer dieses meist sehr geringen Sandbodens möglich geworden, der vorhandenen großen wirtschaftlichen Schwierigkeiten Herr zu werden und praktische Beispiele zu schaffen, welche für die Kultur des Sandbodens von sehr großer Bedeutung geworden sind. Was die Früchte betrifft, so braucht nur an den erfolgreichen Anbau von Zuckerrüben und Sommerweizen erinnert zu werden, einer für diesen leichten Boden außerordentlichen Thatsache, besonders wenn man berücksichtigt, daß sehr viehschwach gewirtschaftet wird. Erst durch alle diese Hilfsmittel, worunter die von Zeit zu Zeit wiederkehrende Zufuhr von kalkreichem Mergel eine besonders wichtige Stelle einnimmt, ist es nach den Angaben des Werkes von Dr. Schultz: „Der Zwischenfruchtbau auf leichtem Boden“ möglich geworden, die Gestehungskosten von 50 kg Roggen auf den niedrigen Satz von 4,5—6,5 ℳ herabzudrücken.

In der landwirtschaftlichen Praxis kann man bei der Vielseitigkeit der Verhältnisse sicherlich sagen: „Es führen ver-

schiedene Wege nach Rom" und man wird gewiß niemals diese verschiedenen Verhältnisse nach einer Schablone beurteilen dürfen. Die Anforderung wird aber in der Gegenwart an jeden Landwirt gestellt werden müssen, daß derselbe im eigenen Interesse mit ökonomischen Mitteln für sich feststellt, was auf seiner Scholle durch verbesserte Düngung in Verbindung mit besseren Kulturmethoden und mit dem Anbau leistungsfähiger Kulturpflanzen im wirtschaftlichen Sinne mehr geleistet werden kann. Wie auf dem Gebiete der Tierzucht wird hier die Züchtung auf hochentwickelte Leistungen gerade bei den Schwierigkeiten des gegenwärtigen Ackerbaues weit mehr gefördert werden müssen. Leistungsfähige Kulturpflanzen können aber nur gedeihen, wenn auch die Ernährungsbedingungen günstige sind, unter denen die Kalk- und Mergelzufuhr zu den großartigen Hilfsmitteln für fast alle Sandböden gehört.

Bedenkt man, wie außerordentlich groß die Flächen sind, welche als Sandboden angegeben werden (Maitzen beziffert den Sandboden in seinem großen Werke über den Preußischen Staat, alte Provinzen, auf 30 % der ganzen Fläche = 1493,5 geographische Quadratmeilen, wobei der große Flächen einnehmende lehmige Sandboden nicht eingerechnet ist), bedenkt man ferner in wie hohem Grade ein großer Teil dieser Flächen in der landwirtschaftlichen Kultur noch zurück ist, so erhellt daraus die große staatswirtschaftliche Bedeutung aller der Hilfsmittel, welche es möglich machen, in dem letzteren Punkte Wandel zu schaffen. Hier muß in erster Stelle die Einrichtung möglichst zahlreicher praktischer Beispiele zur unmittelbaren Unterweisung für den kleinen Landwirt genannt werden. In vielen Gegenden steht eine ausgedehnte Wald- und Plaggenstreu-Wirtschaft zu diesen geringen Kultur- und Düngungsverhältnissen des kalkarmen leichten Bodens in nächster Beziehung, und so sehr man sich auch Mühe gegeben hat, auf diesem Gebiete wirtschaftliche Änderungen herbeiführen, um der mit dieser Streuwirtschaft fortschreitenden Verarmung des vaterländischen Bodens entgegen zu wirken, so ist das bis jetzt im allgemeinen nur in geringem Umfange gelungen.

Im Hannoverschen und im Münsterlande hat man sich bemüht, auf dem Wege der Belehrung durch leicht verständliche Druckschriften auf Besserung hinzuwirken, und es mag hier auf die wertvollen Arbeiten von Salfeld, von Peters und von v. Laer besonders hingewiesen werden. Doch ist ein durchschlagender Erfolg auch dadurch nicht erzielt worden. Es ist deshalb nach wie vor eine der wichtigsten Fragen, welche Schritte möglich und zweckmäßig sind, um in die großen Massen die Bewegung hinein zu bringen, das wirklich Gute, das die Neuzeit geschaffen hat, auch praktisch zu versuchen und im ökonomischen Interesse für sich anzuwenden.

Auf den besseren Lehm-Sandböden ist zunächst durch Kalkzufuhr am meisten erzielt worden. So wird aus dem Hauptvereinsbezirk Hannover mitgeteilt, daß auf dem sogenannten anlehmigen Boden die Kalkung und Mergelung für ein notwendiges Erfordernis gehalten werde. Durch Einrichtung zweckmäßiger Fruchtfolgen mit Klee, Erbsen, Rüben, deren Anbau früher nur bei Gartenkultur möglich war, nach erfolgtem Kalken aber im Wechsel mit Halmfrüchten über die gesamten Felder sich verbreitet, wird ein ganz anderes Material für die Viehzucht und Viehhaltung gewonnen. An die Stelle des früheren Plaggendüngers tritt der Kunstdünger, die Heiden werden aufgeforstet oder zu Ackerland hergerichtet. Im letzteren Falle pflegt man die gekalkten Neuländereien hauptsächlich zum Anbau von Kleegras, zum Mähen oder zur Weide, zum Anbau von Serradella, Rüben oder andern Futtergewächsen im Wechsel mit Halmgetreide zu benutzen. Während die ungekalkten dauernd zum Halmfruchtbau benutzten Neubrüche durch die große Düngerbedürftigkeit am Marke der Wirtschaft zu zehren pflegen, liefern die gekalkten oder gemergelten Neubrüche Futter und Weide zu bedeutender Hebung der Viehhaltung und pflegen mit Kunstdünger soweit in Kraft erhalten zu werden, daß sie oft kaum des gesamten Düngers bedürfen, der mit den von ihnen gewonnenen Früchten erzielt wird. Die großen Arbeitslohn- und Gespannkosten der Bereitung und Verwendung des aus Heideplaggen bereiteten Düngers, welche manchmal allein den Kosten einer mäßigen

Düngung mit Kunstdünger fast gleich kommen, fallen weg; die Gespannhaltung kann eingeschränkt, die Arbeiter können zu einträglicheren Verrichtungen verwandt werden.

Edlere Roggenarten, z. B. Probsteier, Zeeländer, wachsen nur auf Boden, welcher in Fruchtfolge gelegt und gekalkt oder gemergelt ist.

„Grundstücke, für welche Mergelung und auch Kalkung nützlich sind, finden sich in jeder Feldmark des Bezirks. Die Flächen, auf welchen Mergeln und Kalken infolge ungeschickter Wirtschaftsführung nach kurzer Blüte zu erheblichem Rückgange geführt haben, sind klein im Vergleich zu denjenigen, in welchen Kalk und Mergel zur Hebung der Wirtschaft beigetragen haben, in welchen bei Zunahme in der Sorgsalt der Kultur und Stärke der Düngung auch jetzt, nachdem manches Jahrzehnt nach der ersten Mergelung oder Kalkung verlaufen, noch fortwährend eine Steigerung der Erträge wahrzunehmen ist und in denen diese nachhaltige Ertragserhöhung den Landwirten die durch das Fallen der Preise der Erzeugnisse der Landwirtschaft, verbunden mit der Erhöhung der Ausgaben an Dienst- und Arbeitslohn, an Lasten und Abgaben eingetretene für den Landwirt schwere Zeit zu ertragen bedeutend erleichtert."

Nach Peters entfällt in den hannoverschen Plaggenwirtschaften die Hälfte aller Arbeiten auf die Herstellung des Heide- und Plaggendüngers, dabei wird nicht oft genug gedüngt, zu viel Halmfrucht und zu wenig Futter gebaut. Von dem Dünger aber ist die Hälfte Ballast (reiner Sand) und die Plaggen des schlechtesten sandigen Bodens werden auf die besseren Bodenarten gebracht. Wenn 24 Fuder Schafdünger auf $^1/_4$ ha gefahren werden, so bestehen 17 Fuder aus diesem Ballast (Sand). Da sich aber der organische Dünger zersetzt und verwest, so bedeutet dies geradezu eine wesentliche und ständige Wertsverminderung des besseren Bodens auf Kosten des schlechteren. Die Mitteilungen von Dr. Salfeld, daß bei Lingen a. d. Ems der bessere Boden bereits mit 70 cm schlechten Sandes bedeckt vorkommt, sind ein schreckenerregendes Beispiel, wie weit die Ver-

schlechterung und Verarmung des vaterländischen Bodens bereits vorgeschritten ist.

Hinsichtlich der Einzelheiten, welche Hilfsmittel dagegen sich in vielen praktischen Beispielen bewährt haben, mag auf die Ergebnisse der von der Ackerbau-Abteilung veranstalteten Umfrage über die Fortschritte und Hilfsmittel in der Kultur des Sandbodens in den letzten 15 Jahren (1878 bis 1893, (Jahrbuch 1894 S. 511—539) besonders verwiesen werden. Es ist dadurch der Beweis geliefert, daß auch auf dem leichten sandigen Boden, wenn von trockenen Notjahren abgesehen wird, die Waldstreu und Plaggenstreu in der Regel nicht bloß durch Kalk und Mergel und bessere Kultur entbehrlich, daß sie vielmehr zu teuer und unrentabel wird und deshalb aufgegeben werden muß. Die Umfrage enthält aus dem ganzen Gebiete des deutschen Reiches Beispiele dessen, was durch diese großartigen Hilfsmittel an praktischen Erfolgen zu erzielen ist. Möge jeder Landwirt, jeder Bauer, welcher sich hierüber noch keine Erfahrung erworben hat, es doch wenigstens an den nötigen Versuchen nicht fehlen lassen, damit er dadurch lernt, wie er mit Erfolg zu wirtschaften hat. Auf jedem größeren Gute, überall, wo es nötig ist, muß ein Versuchsfeld vorhanden sein, auf welchem die beste Art der Anwendung der Düngungsmittel und die leistungsfähigsten Kulturpflanzen für seine Verhältnisse festgestellt werden.

Aus der genannten Umfrage über die Erfolge der Kalkdüngung mögen nachstehende Beispiele hier ihren Platz finden.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
1	Kr. Fischhausen, Ostpreußen.	Lehmiger Sand u. Wehsand mit Sand u. Triebsand-Untergrund. Krume = 0,205 pCt. Untergr. = 0,16 pCt. Kalk.	Thonmerg., doch Verwehung nicht ganz gehoben. Ferner Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter. Wirtsch. fast viehlos.		Fruchtf.: 1. Kart. in Serradella mit etw. Stalldünger; 2. Hafer; 3. Roggen mit Serradella; 4. Erbsen; 5. Roggen m. Serrad. Rohertrag vervierfacht, Reinertrag bedeut. erhöht. 1893 trotz großer Dürre sehr guter Hafer und gute Erbsen.
2	Kr. Rummelsburg, Pommern	Lehmiger Sand u. Sand.	Kalkmerg. (80 pCt. kohlensaur. Kalk) 80 D.-Ztr. auf ein Hektar	2 Mk. auf Hekt. und Jahr	Kleeertrag verdoppelt. Erbsen die Hälfte mehr, bei rationeller Wirtsch. Reinertrag verdoppelt.
3	Kreis Rybnick, Schlesien.	Feinster u. grober bis kiesiger Quarzsand mit wenig Humus u. Kalk. Untergr. feink. Sand u. oft fast undurchlässig.	Reichlich gekalkt, dräniert, gemodert! Ohne viel Kalk übrige Düngemittel wenig wirksam. $^1/_5$ mit Gründünger.	Auf Jahr und Hektar v. Acker u. Wiese 5 D.-Ztr. gebr. Kalk, 4 D.-Ztr. Kain., 40 kg Phosphorsäure, 15 kg Stickstoff. Zus. = $33^1/_3$ Mk.	Fruchtf.: 1. Hackfr.; 2. Sommerung; 3. Klee; 4. Winterung; Durch Kalk, Kainit-Thomasmehlklee (Schwed. Klee, Wundklee u. Gelbklee) u. Peluschke sicher gestellt. Seit 1887 Körner auf den Hektar von 9 auf 16 D.-Ztr. gestiegen, übrige Roherträge fast verdoppelt, Futtererträge verdreifacht. Wiesen statt 25 D.-Ztr. geringes jetzt 40 D.-Ztr. gutes Heu. Reinertrag von früher 20 Mk. a. 30 Mk. (nach $3^1/_2$% Verzinsung des Anlagekapitals) gestiegen.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
4	Kr. Oberbarnim, Brandenburg.	Auf allen Böden, auch wo in 25—50 cm Mergel steht, Meist leicht. Boden.	Lehmmergel aus eigenem Boden, 3 cm hoch. Wirkung 25 J. dauernd. Zweite Mergelung nur bewährt, wo Luzerne anfing zurückzubleiben.		Die Erfolge sind ganz außerordentliche. Erntemenge um mehr als das Doppelte gestiegen. Klee- und Luzerneanbau erst dadurch möglich geworden. Schorf in den ersten Jahren, später verschwunden.
5	Kr. Luckau, Brandenburg.	Sand, Lehmiger Sand.	120 Fuder Lehmmergel.	4,8 M auf Hekt. und Jahr.	Wo keine Kleepfl. wuchs, sind vorzügl. Kleeernten. Rente 10 mal höher. Üppiges Wachstum. Qualität gebessert.
6	Kreis Wolmirstedt, Provinz Sachsen.	Feuchter Sand, z. T. mit Lehm.	Kalksteinmehl von Förderstedt, 10 D.-Ztr. alle 3 Jahre.	$3^1/_3$ M auf Hekt. und Jahr.	Sollte aufgeforst. werden. Durch Kalk überh. erst ertragsfäh. Vor d Kalkzuf. = 80 D.-Ztr. schlechte, nachh. b. 250 D.-Ztr. gute Kart., Körnerernte u. Qualität bedeut. gebessert. Mit Stall- und Kunstdünger „Wunderdinge" erzielt.
7	Kr. Osterburg, Prov. Sachsen.	Kaltes Roggenland mit Lehmunterlage.	Kalkmergel mit 29 bis 43 pCt. Kalk.		Ertrag $^1/_3$ höher. Erst im 3. Jahre voller Ertrag. Kartoffeln haben häufig Schorf, lohnen aber besser und sind sehr mehlig. Ganze Dörfer mit früher kaltem, armem Boden sind wohlhabend geworden.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
8	Calvörde, Braunschweig.	Sand, z. T. Dünensand, abfallend bis zu humosem, feucht. Sand. Unterg. bis $1^1/_2$ m Sand. Krume bis 40 cm vertieft.	Kalkmergel (Süßwasserkalk) von Walbeck alle 4 Jahre 100 D.-Ztr. auf 1 ha. Seit 1870 zu allen Früchten, Phosphorsäure, nicht immer mit Erfolg, seit 1882 stets Kainit mit Erfolg verwendet. Stickstoff als Salpeter, Serradella u. Lupinen zur Gründüngung. Zu jeder Korn- u. Erbsensaat 6—10 D.-Ztr. Kainit auf 1 ha, auch zu Zuckerrüben 10 D.-Ztr. Kainit.		Fruchtf.: 1. Kartoffeln in Gründünger mit etwas Stallmist. 2. Hafer (Gründüngungspfl.). 3. Erbsen (Hackfr.). 4. Roggen mit Serradella, einzeln Stoppellupinen. Erträge besonders in Kartoffeln (Imperator 212—286 D.-Ztr.) Zuckerrüben (auf sandig. Boden 296—442 D.-Ztr.) und Hafer (25—28 D.-Ztr. Korn pro Hektar) sehr gesteigert. Steigerung wesentlich durch Gründüngung, Kalk und Kali und Rente erst durch Verringerung des Viehstandes. Der kleinste Bauer bestellt seit langen Jahren nicht ohne Kalk, Kali und Phosphorsäure, Roherträge bedeutend, Reinerträge infolge schlechter Preise nicht gleichmäßig gestiegen.
9	Mecklenburg.	Lehmiger Sand m. Kies-Untergrund.	40—45 viersp. Fuder Thonmergel (15 pCt. kohlens. Kalk).	Im ganzen 48 ℳ auf den Hektar.	Überall sehr gut bewährt. Bei gleichem Kraftfutter höhere Milch- und Buttererträge.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
10	Kr. Segeberg, Holstein.	6—8 Ackerklasse, sehr kalkarm, mit Geröll- und Sand-Untergr. Unter anmoorig Sand ist Ortstein.	Kalk u. Mergel, ebenso Kainit (fast zu jeder Frucht) und Phosphatmehl wirken ausgezeichnet. Salpeter wirkt sehr gut, ist aber zu teuer, Stickstoffzufuhr durch Gründünger (Lupinen, Serradella) mehr zu empfehlen.	60 cbm Lehmmergel p. Hekt. mit 15,4 proz. kohlens. Kalk = 4—5 ℳ jährlich durchschnittl. für Mergel. Düngung auf 1 ha jährlich 500 kg Kainit à 100 kg zu 2,40 ℳ = 12,0 ℳ u. 250 kg Thomasmehl (à 100 kg = 5,20 ℳ) = 13,0 ℳ, zus. 25 ℳ.	Fortschritte hauptsächl. durch Mergeln u. Kaliphosphat, durch Anbau von Lupinen, Serradella, Rotklee u. Steckrüben.* Roggenernte früher das 5., jetzt das 10. Korn. Hafer früher das 6., jetzt das 12. Korn. Klee früher nicht zu bauen. Viel mehr Stroh, Futter u. bessere Qualität. Rohertrag mehr als verdoppelt, Reinertrag um $^1/_4$ gestiegen.
11	Kr. Winsen a. L., Hannover.	Sandboden mit gelbem und weißem Sand im Untergr. z. T. anlehmig u. moorig.	Kalkmergel u. reiner Kalk, ferner Kainit, Thomasmehl, Hornmehl u. Chilisalpeter.		Rotklee früher unmöglich, jetzt ziemlich sicher. Mehr Korn u. viel mehr Kartoffeln. Strohernte so groß, daß d. früher sehr stark verwendete und nötige Heidestreu ganz aufgehört hat, daß sogar bei $^1/_3$ vermindertem Viehstande jährlich noch Stroh verkauft werden kann. Gesamtreinertrag ganz erheblich höher.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
12	Kreis Cloppenburg, Gr. Oldenburg.	Feuchter Sand, auch wo Kalk im Untergrunde.	Lehmmergel mit 10 bis 19 pCt. Kalk zu Hackfr. 1000 D.-Ztr	Im ganzen 110 *M* auf den Hektar.	Bewährt. Bessere Ausnutzung des Stalldüngers. Wenig Schorf. Lupinen gedeihen gut. Nach 16 Jahren Mergelung in halb. Stärke u. Ersatz durch Thomasphosphat. Anwendung von gebr. Kalk hat stark zugenommen.
13	Kreis Lüdinghausen, Westfalen.	Sandboden.	Mergel m. 47 pCt. kohlensaur. Kalk aus eigen. Boden auf 0,5—2 km, 500 bis 750 D.-Ztr.	Im Ganzen 100 *M* auf den Hektar.	Mehrertrag Hafer $^1/_3$, Hülsenfr. = 3 fach, durch Mergeln kleefähig.
14	Kr. Melsungen, Hessen-Nassau.	Sandboden mit viel. Sandschrotten. Stark düngerzehrend. Hinter dem Pflug mit Meisselpflug Untergrund 4 spännig gelockert u. Steine gehoben.	Gebr. Kalk. Ferner Kainit u. Thomasmehl zu Bohnen-Erbsengemenge, reinen Erbsen u. Lupinen zum Abernten.	Für 20 *M* jährl. Kunstdünger auf 1 ha.	Ertrag des Roggens von 12 auf 18 D.-Ztr. Korn gestiegen, von Hafer von 15 auf 20 D.-Ztr. Hauptfortschritt durch die Stickstoffsammler nach System Schultz-Lupitz an Stelle der früheren Stalldüngung zu Bohnen u. s. w. und die Anwendung von gebr. Kalk.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
15	Kr. Mittelfrank., Bayern.	Im Keuper viel loser Sand, z. T. m. etw. Thon u. Humus. Eisensch. Sand im Jura. 300–500 m über Nordsee.	Gebr. Kalk auf dem feinkörnigen naßkalten „Milm-“ Boden, auf trockenem Sand Thonmergel aus dem Gipskeuper (5—8—10 proz. kohlens. Kalk). Auf Brache oder Kleeland.		Thonmergel von manchen Landwirten zunächst in den Viehstall gestreut u. Mergelmist auf Sandfelder verwendet. Kainit nur vereinzelt von günstiger Wirkung. Thomasmehl weniger, Superphosphat auf Sand von vortrefflicher Wirkung u. sehr verbreitet angewendet. Stickstoffdünger und Gründünger (meist gelbe Lupine) hat auf losem tiefen Sand sehr zugenommen. Zweiter u. dritter Kleenachwuchs oft untergepflügt. Stroh, Körner- u. Futtererträge haben sehr zugenommen. Lupinen- und Kleemüdigkeit sind nicht selten. Roh- u. Reinertrag günstig beeinflußt.
16	Oberamt Backnang, Württemberg.	Sandbod. stellenw. lehmig, Untergrund meist steinig.	Gebr. Kalk, Mergel. Keine Gründüngung. Auf Wiesen und Klee 1 D.-Ztr. Kainit und 3,5 D.-Ztr. Thomasmehl a. 1 ha, zu Getreide $^1/_2$ D.-Ztr. Chilisalp.		Roherträge um $^1/_3$ gesteigert, Korn Stroh Roggen a. 18 D.-Ztr., 40 D.-Ztr. Dinkel „ 20 „ 30 „ Hafer „ 20 „ 26 „ Gleiche „Ertragssteigerung“ bei Runkelrüben und Rotklee.

Vorstehende Ergebnisse beweisen, in wie hohem Grade der Ackerbau auf leichtem Boden durch Kalkzufuhr umgestaltet, wie aber bei dem geringen Pflanzennährstoff-Gehalte der meisten Sandböden die volle Wirkung häufig erst durch reichliche Beigaben an Kali und Phosphorsäure erzielt worden ist. Es ist dadurch möglich geworden, auch auf die Jahrhunderte lang in der Düngung unselbständigen und an den Erträgen der Wirtschaft zehrenden, eine Last derselben darstellenden Sandböden die Gesetze der Fruchtwechselwirtschaft und den Anbau der stickstoffsammelnden Leguminosen anzuwenden — eine für die Geschichte des Ackerbaues geradezu großartige und bewunderungswürdige, wirtschaftlich aber hochbedeutsame Thatsache.

2. Lehm- und Thonboden.

Der Gehalt an aufschließbaren Pflanzennährstoffen, insbesondere an kalihaltigen kieselsauren Verbindungen ist im allgemeinen weit höher als in den Sandböden. Auf den hierhergehörigen kalkarmen Bodenarten wird deshalb neben der Wirkung des Kalks als Pflanzennährstoff durch die Aufschließung der Bodenbestandteile eine besonders große Wirkung erzielt. Es kommt hinzu, daß diese Bodenarten weniger durchlüftet sind als die Sandböden, und daß bei ihren Beziehungen zum Wasser und zur Wärme die Bildung von Säure und Eisenschuß im Boden besonders nachteilig hervortritt. Demgegenüber ist die Düngung mit größeren Kalkmengen, namentlich in der Form von Ätzkalk, für die Entsäurung, bessere Krümelung und Gärung des Bodens von großer Wirkung.

Die Folge davon ist auf solchen Bodenarten, wenn der Untergrund nicht gar zu ungünstig ist, eine geradezu außerordentliche Umgestaltung der wirtschaftlichen Verhältnisse und Erträge. Man kann sagen, daß durch die Kalkzufuhr allein derartige Güter oft erst bewirtschaftungsfähig geworden sind, daß dagegen, wenn nicht gekalkt wird, die Verwendung anderer käuflicher Düngstoffe ohne Erfolg und durchaus ohne Rente bleibt und daß viele Landwirte die Vernachlässigung der Kalkzufuhr gegenüber einseitiger Verwendung anderen Handelsdüngers durch große Einbuße an

ihrem Vermögen, unter Umständen mit der eigenen Existenz haben büßen müssen. Es mag das namentlich allen denen gesagt sein, welche die große Bedeutung der Kalkdüngung für große Flächen unseres Vaterlandes und die Notwendigkeit, dieselbe auf vielen Bodenarten jeder anderen Düngung vorausgehn zu lassen, noch immer nicht hinreichend zu würdigen gelernt haben. Es liegt darin unter Umständen doch eine große Verantwortung für alle diejenigen, welche sich von solchen einseitigen Auffassungen der Düngerlehre nicht frei machen können und dadurch zu wirtschaftlichen Mißerfolgen Veranlassung geben. Daß dabei auf an Nässe leidenden Bodenarten zunächst die Wasserregulierung durch Drainage vorausgehen muß, um die entsprechende Erwärmung, Thätigkeit und Gärung des Bodens zu ermöglichen, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden.

Verfasser ist zu dieser Überzeugung bereits vor langen Jahren gelangt, einmal durch die Kenntnis des Ackerbaus auf den lehmigen Schieferböden des Schiefergebirges seiner Heimat, wo die Anlage von Kalköfen zum Brennen des benachbarten Zechsteinkalks seitens der größeren Landwirte und Gemeinden für die Hebung des Ackerbaues von großem Einflusse gewesen ist, ferner und zwar ganz besonders durch die fünfjährige Teilnahme an dem Wirtschaftsbetriebe auf dem Boden des jetzigen Gestüts Beberbeck in Hessen, wo ohne die Anwendung von Kalk (als gebrannter Kalk) mit Erfolg überhaupt nicht zu wirtschaften war.

Der aus Thonschiefer und Grauwackenschiefer hervorgegangene lehmige Boden, welcher der Auslaugung durch die Atmosphäre sehr lange Zeit ausgesetzt gewesen ist, ist dadurch sehr kalkbedürftig geworden. Er enthält aber in dem lehmigen Schiefergrus und Schieferlehm eine erhebliche Menge aufschließbare Bestandteile. Durch die Auslaugung tritt die Versäurung des Bodens immer mehr hervor, die durch örtliche Bezeichnungen, wie „saures Feld", besonders gekennzeichnet wird. Verfasser hat daselbst erlebt, daß auf einer Breite, welche in ihrem Boden wesentlich aus dem dem Grauwackenschiefer auflagernden Zechsteinkalk hervorgegangen war, zum

kleinen Teile dem kalkarmen Grauwackenschiefer noch angehörte, von ausgesäter Esparsette auf der zuletzt genannten Abteilung im Jahr nach der Aussaat auch nicht ein Pflänzchen mehr zu finden war, während sie sich auf dem kalkhaltigen Lehmboden des Kalksteins kräftig und üppig entwickelte.

Die Einführung der Kalkdüngung daselbst in den 40er und 50er Jahren dieses Jahrhunderts, zu einer Zeit, als andere käufliche Dungmittel nur erst vereinzelt Anwendung fanden, hat die Landwirtschaft des Schieferbodens sehr gehoben. Das Getreide erhielt einen kräftigen, rohrigen Halm und scheffelte in ganz anderer Weise, und Klee- und Erbsenbau wurde lohnend, wo früher nur sehr lückenhafte ärmliche Bestände zu finden waren und der Sauerampfer herrschte. Nach den hochgelegenen Gegenden des Gebirges von 600 bis 700 m Meereshöhe wurde deshalb von der das Schiefergebirge begrenzenden Zechsteinkalkzone der gebrannte Kalk durch die bäuerlichen Grundbesitzer meilenweit herangefahren. Die Folge war, daß auch in den höheren Lagen des Gebirges der Sommerroggen bald durch den lohnenderen Winterroggen verdrängt wurde, und daß der Ackerbau, begünstigt durch die damaligen höhere Kornpreise, wesentliche Fortschritte machte.

Wenn Teile des rheinischen Schiefergebirges, wie die Eifel, alljährlich wie ein Schmerzenskind der Bodenkultur und als der Unterstützung dringend bedürftig im preußischen Abgeordnetenhause zur Sprache gebracht werden, so mag hier daran erinnert werden, daß für fast sämtliche Schieferböden zur Hebung des Ackerbaus die Kalkzufuhr geradezu eine Lebensfrage ist, durch welche erst eine bessere Kultur möglich wird und die Pflanzen auch in rauheren Lagen rascher wachsen und andere Düngemittel zur entsprechenden Wirkung gelangen. Die Aufschließung dieser Gebiete durch Anlage von Eisenbahnen und durch die damit gegebene Möglichkeit, eine bessere Dünger- und Ersatzwirtschaft einzuführen, gehören deshalb zu den wichtigsten und ständig im Auge zu behaltenden Aufgaben. Durch Kalkzufuhr und den dadurch ermöglichten Fruchtwechsel und Futterbau läßt sich schon eine wesentliche Besserung dieser schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse herbei-

führen; durch gleichzeitige Anwendung von phosphorsäure- und kalihaltigen Düngemitteln wird der Erfolg ein gesicherterer. Andererseits zeigen die trockenen Futternotjahre, wie das Jahr 1893, in welchem der Ackerbau sehr zurückging, in hohem Maße, daß kräftige Wirtschaften darunter am wenigsten zu leiden haben.

Auf dem drainierten, kaltgründigen und versäuerten sandigen Lehmboden von Beberbeck gehörte die Kalkzufuhr geradezu zu den wichtigsten Voraussetzungen für den Erfolg. Die früheren Pächter hatten sämtlich Mißerfolge aufzuweisen und konnten nicht bestehn. Das Geheimnis, welches daselbst Ende der 40er Jahre der neuen Pachtung des Oberamtmanns Ulrichs den Erfolg sicherte, war, daß innerhalb dreier Jahre an 90 ℳ auf den Morgen für Bodenverbesserungen aufgewendet wurden, worunter in erster Linie Drainage und Kalken in Betracht kamen.

Der Erfolg war, daß Getreide um mehrere Korn besser schüttete. Während Roggen früher nur kümmerlich gedieh, wurde später Weizen, Rotklee und Raps mit großem Erfolge gebaut, und ein sehr lohnender ausgedehnter Kartoffelbau war namentlich für Durchlüftung und zur Vertilgung der Unkräuter von großer Wichtigkeit. Großartig war der Erfolg auf den Gestütsweiden. Während früher vor dem Umbruch die Gestütspferde den Grasbestand fast gar nicht oder nur wenig anrührten, wurde nach erfolgter Drainage, 2 jähriger Kartoffelkultur und starker Kalkung die Kleegrassaat auf der Weide wie rasiert gehalten und die Tiere gediehen darauf sichtlich. Der Gestütsinspektor schätzte die Wertsteigerung im Heuertrage, mit den Erträgen vor dem Umbruche verglichen, als doppelt so hoch in Menge und doppelt so wertvoll in Güte. Das sind Bodenverhältnisse, bei welchen Drainage und Kalkzufuhr geradezu die wichtigsten Bedingungen für eine erfolgreiche Kultur darstellen, ohne welche auch der Stalldünger nur zu ganz ungenügender Wirkung gelangt. Solche Verhältnisse sind aber viel häufiger, als viele annehmen. Es mag nur noch an das durch viele Mißerfolge bekannt gewordene ehemalige Gut der landwirtschaftlichen Akademie Poppelsdorf zu Annaberg erinnert werden. Wenn hier also überall und gleichmäßig als erste Regel hingestellt

wird, mit Phosphorsäure und Stickstoff bezw. mit Kali zum Ersatze für die ausgeführten Ernten zu düngen, so kann das zunächst nur zu Mißerfolgen und großen Kapitalverlusten führen, die mancher praktische Landwirt zur Zeit der Kalkvernachlässigung und der einseitigen Herrschaft der Raubbautheorieen leider an sich hat erfahren müssen. Die erste Maßregel auf Boden wie in Beberbeck ist vielmehr die Anwendung der Drainage und des Kalkes. Ohne dieselben kommen Stalldünger und alle anderen käuflichen Düngemittel nur zu ungenügender Wirkung und das dafür ausgegebene Kapital ist als vergeudet zu bezeichnen. Alles an seinem Platze, und zu seiner Zeit! Das Gesetz der geringsten Nährstoffmenge behält dabei doch seine unabänderliche Geltung.

Die große Bedeutung des Stalldüngers für die meisten Wirtschaften weist so auf die Verhältnisse hin, unter welchen eine normale Umsetzung und Ausnutzung im Boden stattfinden kann, und auf die in der Kalkzufuhr gegebenen Hilfsmittel, welche an erster Stelle genannt werden müssen. In den kaltgründigen und für die Bodengärung namentlich ungünstigen Thonböden tritt dies am meisten hervor, weshalb, wie früher bereits erwähnt, sehr große Mengen von Ätzkalk zur Aufschließung angewendet werden, am meisten in dem an Niederschlägen reichen englischen Klima.

Aus den Ergebnissen der zweiten Kalkumfrage mag noch auf folgende Beispiele aufmerksam gemacht werden:

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
1	Löbau, Königr. Sachsen.	Schwerer Thon.	Gebr. Kalk 20 D.-Ctr. von Gogolin (300 km Bahn) zur Vorfrucht von Klee, später auf die Kartoffeläcker (dies ist der bequemste Zeitpunkt) (Scheideschl.)	1,72 M pro D.-Ctr. i. ganzen.	Nur nach Kalkdung ist mit Sicherheit auf Klee zu rechnen. Er bezahlt sich sicher schon durch das Futter. Bei d. Zuckerrüben ist 2 % mehr Zuckergehalt. Scheideschlamm nur zu Wiesenkompost. Schorf vereinzelt.
2	Großenhain, Königr. Sachs.	Thoniger Boden.	Gebr. dolom. Kalk v. Ostrau, 35 Hektol. a. d. Hektar zu Luzerne, z. T. in die Vorfrucht v. Klee.	53 M auf den Hekt. i. ganzen.	Die Kosten der Kalkdüngung werden schon im ersten Jahre reichlich gedeckt, abgesehen von der Verbesserung der physikal. Eigenschaften d. Bodens. Krustenbildung verringert sich entschieden. In der Umgebung ziemlich viel und regelmäßig Kalk im Frühjahr zu Kartoffeln und Rüben angewandt. Der ganze Bezirk leidet an Kalkarmut. Die Veröffentlichung exakter Düngungsversuche ist erwünscht.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
3	Ostrau-Mügeln, Kr. Leipzig, Kön. Sachsen.	Milder kalkhalt. Lehm.	Gebr. dolom. Kalk (56–60 % Calcium-oxyd, 38–40 %, Magnesia), 24–30 D.-Ctr. alle 6–12 Jahre zur Vorfrucht von Klee, zu Winterhalmfr. zu Kart. u. Zuckerrüben, meist im Herbst.	1,1–1,16 ℳ p. D.-Ctr.	Zuckerrüben besonders zuckerhaltig (15–17 %). Erhöhung der Rente um 1/3. Weizen besonders kleberhaltig, Roggen sehr backfähig. Kleemüdigkeit nicht bemerkt. Kein Schorf. Guter Nutzen der K. mit Unterpflügen frischen Stalldungs ist die Vertilgung des Drahtwurms.
4	Kr. Merseburg, Prov. Sachs.	Auf tiefgründigem Lehm bes. bewährt. Auf Wiesen, Angern und Gärten.	Gebr. Kalk in Staubform, 3 D.-Ctr fast zu allen Früchten jährl., 80 bis 300 D.-Ctr. Scheideschlamm. Mit Maschine von Schmidt & Spiegel.		Physikalische Eigenschaft verbessert. Die durch Chilisalpeter entstand. Bindigkeit nimmt ab. Stalldünger wirkt schneller. Bei Kart. kein Schorf oder schlechtes Wachstum beobachtet.
5	Kr. Halberstadt, Prov. Sachs.	Kalter Lehm mit undurchlass. Thonuntergrund.	60 D.-Ctr. Ätzkalk (96 %) von Rübeland, m. Maschine v. Dehne gestreut. Kalk zu Weiz., Thomasmehl zu Erbsen und Gerste, Superph. zu Rüben.	Im ganzen 36,36 ℳ auf den Hektar.	Fruchtf.: 1. Rüben, 2. Gerste, 3., 4. Klee, 5. Weizen, 6. Hafer, 7. Erbsen, 8. Weizen. Mehrertrag bei Rüben = 100 D.-Ctr., Weizen 10 D.-Ctr., Roggen 6 D.-Ctr., Hafer 10 D.-Ctr., Stroh bezw. Futter nährt besser. Mehrere Quadratmeilen bedürfen des Kalks. Der kalte Lehmboden wurde lockerer u. thätiger. Etwas Schorf bei Kartoffeln.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
6	Braunschweig.	Lehmiger Thon u. sandiger Lehm.	Kalkmergel 400 D.-Ctr. p. Hekt. (Scheideschlamm, Gaskalk), meist zu Hafer i. Herbst aufgefahren.	Im ganzen 80 *M* auf den Hektar.	Fruchtf.: Hafer (Mistdüngung) Rüben, Weizen. Verwendung nimmt zu.
7	Holzminden, Herzogt. Braunschweig.	Milder Lehm, Bod. mit Kalk in 3—4 Fuß Tiefe.	Gebr. Kalk 60 D.-Ctr. meist zu Rüben im Frühjahr alle 7 Jahre.	Im ganzen 111 *M*, a. Hekt. u. Jahr = 15,8 *M*.	Mehrertrag im Durchschnitt = 50 D.-Ctr. Rüben. Schwere Marktware. Boden erst kleefähig geworden. Kein Schorf bei Kartoffeln.
8	Kreis Cloppenburg, Großherzogt. Oldenburg.	Sandig. Lehm. Gr. Kalkbedürfnis vorhanden.	Ätzkalk 25 D.-Ctr. auf 1 Hektar, früher zu Hackfr., jetzt zu Halmfrucht, mit nachfolg. Klee, 10 D.-Ctr. Thomasmehl erfolgreich.	Im ganzen 46 *M* auf den Hektar.	Fruchtf.: 1. Hackfr., 2. Halmfrucht mit Klee, 3. Klee, 4. Halmfrucht, 5. Hackfr., 6. Halmfr., 7. Halmfr. Ertrag der Hackfrucht mehr als verdoppelt, Kleewachstum fast ganz abhängig vom Kalk, Halmfr. merklich gebessert. Vertorfung des Stalldüngers hat abgenommen, Kalk gegen Krustenbildung bewährt. Wichtig sind Belehrung und billige Frachten.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
9	Kreis Butjadingen, Gr.-Herz. Oldenburg.	Tief- und flachgründiger Thon.	Reicher „Thonmergel" aus dem Untergrunde. 300—600 cbm z. Wint.-Gerste, Winterweizen, Hafer, Sommergerste, während Brache z. T. zu Grünland.	1 cbm an Ort und Stelle = 75 bis 150 Pf.	Ertrag und Qualität auch ohne andern Dünger sichtbar besser. Erfahrungen sehr gut. Sehr häufig wird den Pächtern Mergelung vorgeschrieben. Der ganzen Gegend fehlt Mergelung, mit Ausnahme neu eingedeichter Groden. Düngungsvers. u. häufige Berichte darüber erwünscht.
10	Kr. Paderborn, Westfalen.	Auf Lehm- u. auch auf Kalkboden (mit Kalkstein im Untergrund) bewährt.	Gebr. Kalk 85 D.-Ctr. alle 12 Jahre.	94 Pf. d. D.-Ctr. Selbstkosten.	Bessere Ausnützung des Stallmists. Kein Schorf bei Kartoffeln.
11	Kr. Eisenberg, Fürstent. Waldeck.	Auf allen Böden, bes. Thon-, Sand- und Schieferböden, ab. auch a. Mergel- u. Kalkböden.	Gebr. Kalk 50—70 D.-Ctr. zu Wintergetreide, Raps- u. Runkeln alle 8—9 Jahre, zuw. schon nach 6 Jahren.	1,31 *M* der D.-Ctr. im ganzen.	Mehrertrag $^1/_4$—$^1/_3$. Gewinn 20—25 pCt. Bessere Ausnützung des Stallmists. Schorf b. Kart. nur auf Sandboden, sonst nicht.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
12	Sachs. Coburg-Gotha.	Tief. schwer. Flußlehm, sehr kalkarm.	Thonmergel a) 20 bis 26 % kohlens. Kalk, 0,043 % Phosphors., 2,53 % Kali, 1000 bis 1200 D.-Ctr. b) 30 bis 40 % kohlensaur. Kalk, 0,37 % Phosphorsäure, 1,10 % Kali, 360 bis 400 D.-Ctr. aus eig. Boden.	80—120 ℳ der Hektar.	Bei Weizen, Hafer, Bohnen Wicken, Erbsen, Rübsen, Klee, Erträge fast verdoppelt. Auf Roggen wenig Einfluß. Kopfklee u. Bohnen gediehen früher fast gar nicht, jetzt sehr gut. Qualität besser. Kein Schorf. Vielen Bodenarten fehlt Kalk.
13	Reuß, jüng. L.	Hauptsächl. Grünsteinverwitt., etw. Schiefer, 550 m über Meer.	Gebr. Mauerkalk (96 bis 98 %) 40 D.-Ctr. alle 10 Jahre p. Hekt.	2,15 ℳ der D.-Ctr. 1,86 ℳ auf den Hektar.	Fruchtf.: 1. Kart., 2. Gerste, 3. u. 4. Rotklee mit Thimothy, 5. Roggen, 6. Kart., 7. Hafer, 8. Weißklee, 9. Roggen, 10. Hafer. Ohne Kalk geht Rotklee fast gar nicht auf. Bei Anw. ist Klee sicher (120 D.-Ctr. in 2 Schnitten an Heu). Einwirkung auf Körner und Kart. sehr günstig. Schorf kommt vor, am wenigsten bei Seed u. Champion. Deshalb Kalk nur alle 10 Jahre. 2/3 des Landes ist kalkarm.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
14	Reuß, jüng. L.	Auf schwer. Thon mehr als auf lehmig. Boden. Auch bei kalksteinhalt Untergrund.	Gebr. Kalk (85 bis 90 %) 20 D.-Ctr. alle 4 Jahre zu Raps, Bohnen, Zuckerrüben, Hafer.	1,50 ℳ d. D.-Ctr., 30 ℳ im ganzen, 7,5 ℳ pro Jahr.	Mehrertrag bei Hafer, Bohnen 300 kg Körner, bei Zuckerrüben 1500–2000 kg Raps, 100–150 kg. Zuckerrüben mit höherem Zuckergehalt, Hafer und Bohnen mit höherem Stickstoffgehalt Großes Kalkbedürfnis. Bei Bauern sehr langsamer Fortschritt. Belehrungen in den landwirtschaftl. Vereinen nötig.
15	Berga an der Elster, Sachsen Weimar.	Auf kalkhaltigem schwerem Thon mit außerord. Erfolg; fern. auf umgebroch. sauren Wiesen.	Gebr. dolom. Kalk, 40–50 D.-Ctr. auf 1 ha alle 8 Jahr zu Futterrüben im Herbst. Anw. im Frühjahr u. zu Klee ist fehlerhaft.	1,30 ℳ auf d. Hektoliter.	Kleeertrag bedeutend befördert. Kochfähigkeit der Erbsen besser. Strenger Thon wurde milde. Bedürfnis liegt vor, da Kleebau nicht überall sicher ist. Gründliche Belehrung der Unwissenden ist nötig.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
16	Kreis Fulda, Hessen-Nassau.	Auf schwer „Röth“-boden mit Mergel-untergr. sehr guter Erfolg.	Gebr. Kalk 6 bis 10 Raummeter auf 1 ha zu Rüben u. Halmfr.	Im ganzen 100 *M* auf den Hekt. (1 Raummeter kostet 10 bis 12 *M*).	Mehrertrag hauptsächl. durch gleichmäßig schnelleres Aufgehen und erstes Gedeihen bis 50 % auf strengstem Lehm. Rüben zuckerreicher. Getreidekörner schwerer. Bedeutende Zunahme des Verbrauchs. Bedürftig ist die westliche und südwestliche Abdachung der Rhön. Anlage von Chausseen nötig. Verbrauch in starker Zunahme.
17	Alsfeld, Oberhessen, Großh. Hessen.	Auf tiefem drainiertem Lehm und kultiv. Unland mit Rasen eisenstein (a. Basalt)?	Gebr. Kalk 20 D.-Ctr. alle 6 Jahr. z. Sommerfrucht mit Klee (nach gedüngter Hackfrucht).	Kaufpreis und Fracht = 2 *M* der D.-Ctr.	Bei Klee sicherer doppelter Ertrag. Physikalische Wirkung bedeutend. Qualität aller Früchte besser. Kein Schorf bei Kartoffeln. Zunahme des Kalkens von Jahr zu Jahr.
18	Kr. Büdingen, Oberh. Großh. Hessen	Saures nasses Land des Basalt.	Ätzkalk.	Selbstkosten 46 Pfennig der D.-Ctr. gebr. Kalk.	Dreifelderwirtschaft mit Winterung., Sommerung., Brachfeld m. Klee u. Hackfr. Nach Kalkdüng. wird d. Kart. gesunder als früh. 1/3 mehr Ertrag. Wenig Lagerfr. Gutes feinhülsig. Korn. u. wenig faule Kart. Die Kalkverw. fängt erst an. „Der ganze Vogelsberg ist kalkarm“.

	Gegend	Boden	Kalkdüngung	Unkosten	Erfolg
19	Unterlahnkreis, Nassau.	Kalkarmer Thon mit größtem Erfolg, auf allen Böden bewährt.	Gebr. Kalk (Kalkasche) 70 D.-Ctr. alle 9 Jahre bes. zu Klee und Ölfrüchten, doch auch zu allen andern Früchten.	Im ganzen 137,2 M auf d. Hektar = 15,2 M auf das Jahr.	Kleeertrag verdoppelt, andere Früchte $^1/_3$ mehr. Der Berichterstatter verdankt seinen Wohlstand der Kalkdüngung. Klee und Ölfrüchte besonders dankbar. Kalkdüngung bedeutend vermehrt. Auf dem Westerwalde, auf dem Hunsrück und in der Eifel sind noch Tausende von Hektar kalkarmer Böden.
20	Schwaben, Königr. Bayern.	Schwerer lehmig. Boden.	Abfallkalk (gebrannt.) 150 D.-Ctr. meist auf Wiesen, seit 1890 auf Ackerland.	60 Pf. der D.-Ctr. im ganzen.	Auf trockenen Wiesen mit Lehmunterlage im zweiten Jahre doppelter Ertrag. Futter von Vieh gesucht Wicken- u. Hafergemenge gaben 3 fachen Ertrag. Rente 150 M. „Die ganze hiesige Gegend könnte Kalkzufuhr gebrauchen.“
21	Metz, Lothring.	Weiße Böd. (terres blanches) (Übergang Lias z. Keuper, Muschelkalk und Buntsandstein.	Gebr. Kalk, Kalkasche, gemahlener gebr. Kalk, Scheideschlamm alle 10 bis 15 Jahre u. mehr.		Auf Weißböden etwa $^1/_3$ mehr an Weizen, bessere Ausnutzung des Stalldungs. Kalkung nur sporadisch, da viel Kalkboden vorhanden. Meist genügt Kalkzufuhr durch Thomasmehl.

3. Moorige Bodenarten.

Bei den moorigen Bodenarten ist im Kalkgehalt ein sehr großer Unterschied, wie bereits die früher angeführten Analysen des Grünlandsmoors von Cunrau und des Hochmoors von Oldenburg ergeben haben. Namentlich hat dies auf die Zersetzbarkeit der Moorsubstanz und auf den Grad ihrer Zersetztheit großen Einfluß gehabt. Die Moore werden nach ihrem Kalkgehalt klassifiziert und demnach hat die Kalkdüngung entweder gar keinen oder aber einen sehr großen Erfolg. Viele kleinere norddeutsche Niederungsmoore zeichnen sich durch erheblichen Kalkgehalt aus und zeigen die große Bedeutung der Verbreitung des kalkhaltigen Diluviums über Norddeutschland. Auf denselben wird ohne Kalkzufuhr, nur durch Kali- und Phosphorsäuredüngung ein großer Erfolg erzielt und damit ihre Kultur erheblich verbilligt. Ebenso ist auf den guten kalkhaltigen Niederungsmooren Süddeutschlands Kalkzufuhr ohne Erfolg und Kali und Phosphorsäure von weit größerer Bedeutung. Wo, wie in der Lausitz, der Kalk vom baltischen Norden her weniger verbreitet ist, hat auch die Kalkzufuhr mehr Erfolg.

Auf den großen Hochmoorflächen dagegen ist im Gegensatz hierzu Kalkdüngung für die Fruchtwechselwirtschaft von sehr großer Bedeutung und unentbehrlich. Nach dem Gesetz der geringsten Nährstoffmenge ist auf diesen an mineralischen Nährstoffen sehr armen Mooren viel Kalkdünger, außerdem Kali und Phosphorsäure erforderlich. Da das kalkarme Hochmoor schwer zersetzbar und seine Thätigkeit eine träge ist, so reicht die durch die Kalkzufuhr eingeleitete Salpeterbildung vielfach für die erste Pflanzenentwicklung nicht aus. Daher müssen stickstoffhaltige Düngemittel, auch Stallmist, hinzutreten, um entsprechende Erträge zu erzielen. Auf diesen rohen Moorböden ist es deshalb für den Erfolg von besonderer Wichtigkeit, daß zunächst die durch die Gegenwart kleinster Lebewesen bedingte Gärung entsprechend in Gang gebracht wird.

Bereits im Jahre 1818 weist Koppe darauf hin, daß die Verwendung von Lehmmergel auf sauren Wiesen (wahrscheinlich sind es naßgründige, aber kalkhaltige Moorwiesen gewesen) bei Versuchen gänzlich fehlgeschlagen, und das Aufbringen bloßen Sandes

weit zweckmäßiger gewesen sei. Erhebliche Sandmengen sind deshalb in Mecklenburg schon seit langer Zeit mit großem Erfolge auf die feuchten Moore der Niederungen aufgebracht worden. Nach der bekannten Familie Pogge, welche für diese Verbesserung des Bodens in dem genannten Lande besonders eingetreten ist, ist diese Methode mit dem Namen „Bepoggen“ bezeichnet worden. Auf dem noch jetzt der Poggeschen Familie gehörigen Gute Roggow bei Lalendorf ist die mit 22 cm Sand und Grand bedeckte und sehr ertragreiche Wiese „Paradies“ von 25 ha Größe bekannt genug geworden. Seit dem ersten Fünftel dieses Jahrhunderts, wie Verfasser bei Gelegenheit der Moorkultur-Ausstellung zu Berlin 1885 festgestellt hat, ist diese Sanddecke unverändert, oberhalb nur mit etwas Humusanreicherung, auf dem Moore liegen geblieben, ohne in das letztere einzudringen oder sich mit ihm zu vermengen.

Kalkhaltiger Sand ist für diese Zwecke, auch für die Anlage der nach Rimpaus Vorbild angelegten Moordammkulturen, von um so größerer Bedeutung, je mehr die Bildung der Moormassen oberhalb unter dem Einflusse kalkarmer Pflanzen oder sogar der kalkhassenden Sphagnum-Moose stattgefunden und zu weniger kalkreichen oder kalkarmen Oberkrumen Veranlassung gegeben hat. Die den Mooren in Norddeutschland benachbarten Diluvialsande und Diluvialgrande sind in der Tiefe häufig noch kalkhaltig oder verhältnismäßig kalkreich (Verfasser sind solche mit über 8 % kohlensaurem Kalk bekannt), während der Sand oberhalb durch Auslaugung den kohlensauren Kalk meist vollständig verloren hat. Neben der chemischen Analyse der Moore ist für diese Zwecke also auch die botanische Untersuchung der betreffenden oberen Narbe von Bedeutung. Bei derartigen Moordeckkulturen ist das Aufbringen des wertvollen Kalks mit der aus andern Gründen ausgeführten Besandung oft kostenlos zu verbinden.

Die meisten praktischen Erfahrungen und reiche wissenschaftliche Untersuchungs-Ergebnisse sind auf diesem Gebiete durch die preußische Moor-Versuchs-Station zu Bremen gewonnen worden. Nach Prof. Fleischer zu Berlin haben die Hochmoore in der völlig

trocknen Masse durchschnittlich einen Kalkgehalt von 0,25 % (in der Heidekrume oberhalb = 0,35 %), gute Niederungs-Grünlandsmoore 4,00 % und zwischen beiden stehende Moore 1,00 % Kalkgehalt. Für Hochmoore werden deshalb vor der Bedüngung mit Kali und Phosphorsäure, bezw. mit Stickstoff, Gaben von 20 bis 40 D.-Ctr. gebrannten Kalkes oder von entsprechenden Mergelmengen aufzubringen empfohlen. An Kali werden außerdem für Hochmoore 100—200 kg, an Phosphorsäure 75—150 kg und zu Körner- und Hackfrüchten außerdem 15—60 kg Stickstoff auf 1 ha vorgeschrieben. Es wird so auf verschiedenen preußischen Hochmooren, namentlich in den Emsgebieten, ohne Abstechen des Torfs und ohne Veenkultur der Versuch gemacht, die großen, noch vorhandenen und durch ihre Öde bekannten Moorflächen für die Bodenkultur und die Besiedelung zu erschließen. Die Möglichkeit ist auf der einen Seite eine Frage des Anlagekapitals, auf der andern Seite der durch Moorerzeugnisse zu erzielenden Preise. Um an stickstoffhaltigen Düngemitteln zu sparen, sind die schmetterlingsblütigen Gewächse, Kleepflanzen, Lupinen u. a. von besonderer Bedeutung; für den Anbau dieser Pflanzen hat sich ja auch auf solchen Mooren die sogenannte Bodenimpfung sehr erfolgreich gezeigt.

Bei der Kultur der Hochmoore hat sich ergeben, daß große Mengen von Ätzkalk auf die Zersetzung der organischen Stoffe auch einen zu starken Einfluß haben können und daß dadurch die Stärke der oberen, mit Dungstoffen angereicherten Krume oberhalb des rohen Untergrundmoores, in welches die Wurzeln nur schwer eindringen, abnimmt. Kalkreiche Thonmergel, wie sie die Provinz Westfalen in der Kreideformation in vorzüglicher Beschaffenheit reichlich darbietet, Kalkmergel u. a., haben nach dieser Richtung hin gegenüber dem Ätzkalk gewisse Vorzüge. Die Düngung mit Thonmergel hat noch den Vorteil, daß auch die Absorption des Moorbodens für Pflanzennahrungsstoffe zunimmt. Die große aufschließende Kraft des sauren Humus der Moore für Phosphorsäure-Verbindungen wird durch die Kalkzufuhr, wie die neuesten Mitteilungen der Moor-Versuchsstation in Bremen beweisen, etwas vermindert.

Ein vorzüglicher Erfolg auf Hochmoor ist seit vielen Jahren

durch das Aufbringen des kalkhaltigen, zugleich an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure reichen Seeschlicks erzielt worden. Die namentlich in Holland, in geringerem Umfange auch in Deutschland bei den Veenkulturen gewonnenen Ergebnisse sind in hohem Grade bedeutsam. Blühende Kolonistendörfer sind dadurch innerhalb der öden Hochmoorgebiete an den Kanälen entlang entstanden. Die an dem Oldenburger Westkanal auf abgestochenem Moor durch Seeschlick erzielten Früchte, wie sie bei Gelegenheit der Wanderversammlung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu Bremen auf einem dahin veranstalteten Ausfluge im Juni 1891 besichtigt wurden, namentlich der in größter Üppigkeit stehende Rotklee, konnten im Gegensatz zu dem benachbarten toten Moor nur allgemein Bewunderung erregen.

Unser Vaterland besitzt von derartigen Mooren noch ungeheuere Flächen, welche für die Kultur noch geradezu erst erobert werden müssen und für welche neben der Wasserregulierung die billige Beschaffung von Kalk, Kali und Phosphorsäure an erster Stelle von Wichtigkeit ist. Der preußische Staat ist zunächst in den hannoverschen Mooren der Emsgebiete und von Ostfriesland in großem Umfange und mit viel Kapitalverwendung vorgegangen, um durch den Bau großer Kanäle einen Teil der Vorbedingungen für die Moorkultur, d. i. die Wasserregulierung günstig zu gestalten und in den Kanälen zugleich gute Zufuhr- und Abfuhrwege zu schaffen. Wenn in der neueren Zeit über den Wert der Kanäle in landwirtschaftlichen Kreisen vielfache Erörterungen stattgefunden haben, so mag hier daran erinnert werden, daß dieselben nach alten holländischen, sowie auch nach hannoverschen Erfahrungen die billigsten Zufuhrwege darstellen für die in größeren Mengen zu bewegenden kalkhaltigen Verbesserungsmittel des Bodens.

In sehr vielen Wirtschaften sind kalkarme Moore und kalkarmer Schlick in Niederungen und Teichen vorhanden. Neben dem teilweise kalkreichen oberen Rheinthal liegen die benachbarten Höhengebiete, welche vielfach kalkarm sind und wo sich auf kalkarmen Formationen dieser Mangel geltend macht. Überall, wo dies

der Fall, ist die Frage zu prüfen und wirtschaftlich Abhilfe zu schaffen.

Bei den sauren Torfwiesen der Vogesen hat sich nach neueren französischen Untersuchungen herausgestellt, daß Kalkdüngung allein nicht ausreichend ist, um entsprechende Erträge zu erhalten. Durch 12—20 D.-Ctr. Holzasche (mit 25—30 % Kalk, 10 % Kali und 3 % Phosphorsäure) ist 1½ mal soviel Heu von besserer Qualität geerntet worden als bei Stallmistdüngung. In der Holzasche kommt neben kohlensaurem Kalk namentlich kohlensaures Kali als ein großes Aufschließungsmittel des Bodens in Betracht.

XVII. Ungünstige Erfolge.

1. Das „Ausmergeln" des Bodens.

Bei allen Fragen, welche es mit Pflanzenentwickelung zu thun haben — mag es sich nun darum handeln, wie in den einzelnen Gegenden der Erde das grüne Kleid derselben pflanzengeographisch verschieden gewebt wird, oder mag die Scholle Land in Betracht kommen, welche alljährlich landwirtschaftlich bestellt wird und Früchte tragen soll — überall sind bekanntlich die klimatischen Beziehungen des Wassers und der Wärme von besonders großer Bedeutung. Es ist deshalb von vornherein anzunehmen, daß je nach dem Klima auch die Erfolge der Kalkdüngung sehr verschieden sein werden. Die Einseitigkeiten des Bodens können durch die Kalkdüngung verringert, sie können aber auch verstärkt werden, sodaß ihre Nachteile noch mehr hervortreten. Der schlechte Erfolg der Anwendung von Ätzkalk auf leichtem, trockenem Sand im Frühjahr hat sich namentlich in trockenen Jahren zuweilen sehr bemerklich gemacht und, wie früher bereits bemerkt, die Herbstdüngung weit mehr angezeigt erscheinen lassen. Die Kalkzufuhr kann deshalb auf den trockensten Sandböden, wo das Pflanzenwachstum wegen Dürre so leicht zum Stillstand kommt oder nur ungenügend von statten geht, überhaupt nicht den Erfolg haben, wie auf Sandböden, welche der Lage nach

weniger von Dürre zu leiden haben und auf den kalkarmen lehmigen Sandböden.

Entgegengesetzt ist es bei den naßgründigen versäuerten kalkarmen Lehm- und Thonböden erst durch ihre entsprechende Entwässerung möglich, daß die Poren dem aufschließenden Einflusse der Luft mehr geöffnet werden und die Kalkdüngung für Aufschließung, Gärung und Ernährung zur vollen Wirkung kommen kann.

Wenn also diese physikalischen Verhältnisse sowohl bei der Beurteilung des Bodens wie bei der Kultur desselben im allgemeinen schon besondere Beachtung verdienen, so ist ganz besonders hervorzuheben, daß die Mißerfolge der Kalkdüngung in der Einseitigkeit der Düngung ihre wichtigste Grundlage gehabt haben und daß dadurch der bekannte Satz: „Reiche Väter, arme Söhne", das sogenannte Ausmergeln des Bodens in erster Linie zu erklären sind. Der Kalk ist einer der unentbehrlichen Pflanzennährstoffe, derselbe ist aber ein geradezu großartiges Hilfsmittel, die anderen im Boden vorhandenen Nährstoffe in rascheren Umlauf zu bringen und dadurch die Erträge wesentlich zu steigern. Fehlt es dabei auch nur an einem der für das Pflanzenwachstum erforderlichen Nährstoffe, so ist die Entwickelung eine ungenügende. Weil es in sehr vielen Bodenarten an dem ebenfalls unentbehrlichen Kalk fehlt oder weil derselbe nur ungenügend vertreten ist, so kommen nach dem Gesetze der geringsten Nährstoffmenge gewisse Nährstoffe, welche für die Pflanze nicht verbraucht werden, zur Aufspeicherung. Der Erfolg der Kalkzufuhr ist auf solchen Bodenarten oft ein sehr bedeutender. Wird für den Ersatz aller der Nährstoffe, die erst in ihrer Gesamtheit zur Wirkung kommen, von denen keiner fehlen oder ungenügend vertreten sein darf, garnicht oder nur ungenügend Sorge getragen, so hat gerade die großartig aufschließende Wirkung der einseitigen Kalkdüngung zur Folge, daß die Erträge zurückgehen und, wenn fortgesetzt, immer mehr abnehmen müssen. Es ist deshalb bereits eine alte praktische Regel, daß dem Mergelwagen der Düngerwagen bald folgen oder vorhergehen soll. Die Kalkzufuhr ergiebt gerade

in der Steigerung der Erträge, insbesondere der Blattfrüchte und des Futterbaues, die Hilfsmittel, die Stallmisterzeugung und damit die Ernten wesentlich zu steigern und durch entsprechenden Ersatz dauernde Erfolge zu erzielen. Die Mißerfolge hängen also mit dem Raubbau, mit der Sucht, alles zu versilbern, zusammen, mit dem regelmäßigen und vernünftigen Ackerbau hat das nichts zu thun. Der Acker kann dabei allerdings in hohem Grade zur Erschöpfung gebracht werden. Wenn unter der sogenannten „alten Kraft" eines Bodens seine innige Vermengung mit Pflanzennährstoffen als das Erzeugnis jahrelanger tüchtiger Kultur verstanden wird, so ist im Gegensatz hierzu darauf hinzuweisen, daß bei stark erschöpftem Boden eine derartige innige Aneinanderlagerung nur langsam wieder herbeigeführt werden, und daß das Herunterkommenlassen des Ackers zu einer solchen Erschöpfung ein großer Fehler ist, welcher nicht sofort wieder gut gemacht werden kann.

In einzelnen Fällen ist der Acker geradezu zum „Ausmergeln" verpachtet worden, worüber Peters in dem Journal für Landwirtschaft 1861 aus dem Lüneburgischen Mitteilungen macht. „Will ein Hofbesitzer aus dem einen oder anderen Grunde eine augenblicklich größere Einnahme sich verschaffen, so bietet er eine Fläche zum Ausmergeln aus, d. h. er verpachtet dieselbe auf eine längere Zeit von Jahren, häufig 7—9 Jahre, mit der Bewilligung, daß nach Auffuhr von 1—2 Fuder auf den Morgen Kalk oder scharfer Mergel (Westerweyher u. a.) Pächter das Land während der ganzen Pachtjahre nicht zu düngen verpflichtet ist und ohne Abwechselung mit Roggen oder Hafer besäen darf. Pächter finden sich leicht zu 7—9 Thaler und mehr für den Morgen jährlich, wobei noch häufig die Pachtsumme für alle Jahre, mindestens für die Hälfte derselben, gleich beim Beginn der Pachtperiode vorausbezahlt wird. Pächter säet nun ohne den geringsten tierischen Dünger meistens jedes Jahr Roggen, und nur in den allerletzten Jahren einigemal Hafer, ganz am Ende wohl Rauhhafer." Die Erklärung für die Möglichkeit eines so ausgedehnten Raubbaues ist wahrscheinlich aus der lang=

jährigen Plaggendüngung zu entnehmen. Der Acker verunkrautet sehr und die ursprünglichen Weidegräser verschwinden.

Herr Generalsekretär Eckert zu Ülzen, welcher die Güte hatte, den Verfasser noch besonders auf diese Verhältnisse aufmerksam zu machen, schreibt, daß bis zu Anfang der 80er Jahre von bäuerlichen Wirten häufig einzelne Äcker an Unternehmer zum Ausmergeln verpachtet worden seien (auf 6 Jahre, 18 Mk. Pacht für den Morgen jährlich und vorausbezahlt, bei 10 Morgen also 1080 Mk. für Boden der 6. und 7. Ackerklasse, der zuweilen nicht viel mehr wert war wie diese 6jährige Pachtsumme). Es wurden jährlich 2,5 bis 3 D.-Ztr. Ätzkalk auf den Morgen gegeben und 6 Jahre hinter einander Hafer ohne anderen Dünger „mit Erfolg" gebaut.

Im Hannoverschen, wo in der Lüneburger Heide der Mergel für den Ackerbau eine so große Rolle spielt, hat man sich seit vielen Jahren Mühe gegeben, solchem „im höchsten Grade unverantwortlichen" Mißbrauche entgegenzutreten. Das Ministerium veröffentlichte 1827 eine Warnung vor dem unrichtigen Gebrauche und Mißbrauche des Mergels, dahingehend, dem Lande den Dünger nicht zu entziehen, kein Stroh und Futter zu verkaufen und nicht fortgesetzt bodenerschöpfende Halmfrüchte nach dem Mergeln zu bauen, das Land aber namentlich nicht zum Ausmergeln zu verpachten. Es wird davor gewarnt, dies kostbarste Geschenk der Natur, das größte und wirksamste Mittel, den Acker und Wohlstand des Landmannes zu verbessern, unrichtig und mißbräuchlich zu verwenden. 12 Dorfschaften im Amte Hitzacker, welche schon zwischen 1760 und 1770 stark zu mergeln anfingen, aber das Stroh verkauften, Futterbau- und Düngerwirtschaft vernachlässigten und nach dem Mergeln bis zu 6 Kornernten nahmen, ohne zu düngen, haben nach amtlichen Nachrichten ihr Land soweit heruntergebracht, daß kein Roggen mehr zu bauen und die Weide zu Grunde gerichtet war, so daß der Mergel verwünscht wurde. Erst nach Ablauf von 40 Jahren fing das Land sich etwas wieder zu erholen an.

Der landwirtschaftliche Provinzialverein für das Fürstentum

Lüneburg zu Ülzen hat sich denn auch seit Jahren viel Mühe gegeben, richtige Auffassungen über die Auffindung und den richtigen Gebrauch des Mergels zu verbreiten und stellt zum Mergelsuchen den Bauern Erdbohrer unentgeltlich zur Verfügung. Das bis in die neuere Zeit vorgekommene Verpachten zum Ausmergeln beweist jedoch, wie schwer es hier dem augenblicklichen Eigennutz gegenüber hält, regelmäßigere und gedeihlichere Methoden des Feldbaues mit entsprechender Viehdünger- und Ersatzwirtschaft einzuführen.

Mit welchen wertvollen Hilfsmitteln hierbei aber der gegenwärtige Ackerbau in den mineralischen Düngemitteln rechnen kann, das beweist ein von Herrn Eckert mitgeteilter Versuch auf einer Koppel von 30 Morgen zu Oldendorf, welche 6 Jahre hindurch unter Anbau von Hafer „ausgemergelt" war. Es wurde im siebenten Jahre mit 1,5 D.-Ztr. Kainit, 1 D.-Ztr. Thomasmehl und ¼ D.-Ztr. Chilisalpeter zu Roggen gedüngt und die mittelmäßige Roggenernte von 3 D.-Ztr. Korn und 6 D.-Ztr. Stroh erzielt. Die wichtigste Regel, „das Ausmergeln" zu vermeiden, besteht deshalb darin, die regelmäßige Dünger- und Ersatzwirtschaft nicht zu vernachlässigen und es an Phosphorsäure und Kali niemals fehlen zu lassen. Je ärmer die Bodenarten von Natur sind, um so mehr wird diese Regel beherzigt werden müssen. Wie die Düngung mit Kalisalzen unmittelbar auf die Lösung und den Verlust von Kalkverbindungen hinwirkt, ist früher bereits ausgeführt. Dann giebt es „reiche Väter" und die Wohlhabenheit der Kinder wird erhalten.

2. Die Anwendung zu großer Kalkmengen.

Unter den ungünstigen Erfolgen der Kalkdüngung ist auch darauf hinzuweisen, daß zuweilen zu große Mengen angewendet sind, wobei man, wie früher erwähnt, namentlich auf leichtem, trockenen Sand mit Ätzkalk nicht vorsichtig genug sein kann. Demgegenüber sagt die Mergel-Anweisung für das Fürstentum Lüneburg: „Auf heißen Sandboden aber kann man Thonmergel mit großem Nutzen auch bei der zweiten Mergelung, ebensoviel

wie das erste Mal, aufbringen." Es hat den Anschein, daß die ungünstigen Erfahrungen, welche Dr. Salfeld auf Heidesandboden bei Lingen mit Bezug auf die Abtötung der Wurzelbakterien bei Erbsen nach Ätzkalk, der im Herbst vorher aufgebracht war, gemacht hat, auf die bereits zu große Menge von 5 D.-Ztr. auf den 1/4 ha, welche auf diesem ganz leichten trockenen Sandboden zu stark ätzend gewirkt hat, zurückgeführt werden müssen. Lieber sind für solchen leichten Sandboden geringere Gaben von 2,5 bis 3 D.-Ztr. Ätzkalk auf einmal zu empfehlen und dieselben öfter zu wiederholen. Auch der von Dr. Salfeld im Anschluß an die Erfahrung erteilte Rat, den Ätzkalk zur Vorfrucht der Erbsen, in diesem Falle Roggen, zu verwenden, verdient besonders empfohlen zu werden.

Bei Gelegenheit der zweiten Kalkumfrage wurde von Alsfeld in Oberhessen mitgeteilt, daß von den Bauern für den dortigen Boden zu viel Ätzkalk (80 D.-Ztr.) angewendet werde, ferner von Fulda, daß die schlechte Mischung des gebrannten Kalkes mit dem Boden von Einfluß darauf gewesen sei, daß schwefelsaures Ammoniak einen mangelhaften Erfolg gehabt habe. Es ist früher hinreichend erwiesen, welch große Mengen von Ätzkalk für stark versäuerte schwere Thonböden unbedenklich sein können, während dieselben in leichten Böden verderblich sein würden. Die öftere Wiederholung geringerer Gaben von Kalk verringert diese Gefahren in hohem Maße.

Prof. Dr. Fesca hat vor einiger Zeit von Japan einige Mitteilungen über übertriebene Kalkdüngung gemacht, welche hier kurz erwähnt werden mögen. Die Düngung mit Meeresmuscheln ist daselbst z. T. so weitgehend in Anwendung gebracht, daß bis auf 15 cm Tiefe fast 1/5 des Bodens als aus Kalkfragmenten bestehend nachgewiesen werden konnte und daß durch Bildung von Kalkdoppelsilikaten die Feldoberfläche einer cementierten Scheunentenne glich. Von der Auffassung ausgehend, daß der Boden eines Landes als ein Fideikommis, als ein Kapital aufzufassen sei, von dem der gegenwärtigen Generation wohl der Zinsgenuß zusteht, das sie aber nicht angreifen darf, schlägt deshalb Fesca vor, daß

der Staat die Kalkzufuhr höchstens in jedem vierten Jahre gestatten solle und daß dabei gewisse Grenzen nicht überschritten werden dürften.

Man könnte in derartigen Fällen von einer „Verkalkung“ des Bodens reden. In der Regel ist dieselbe aber schon wegen der erheblichen Kosten der Kalkdüngung wenig zu befürchten.

3. Nachteilige Einwirkung der Kalkdüngung auf die Entwickelung einzelner Kulturpflanzen.

Unter den Kulturpflanzen, welche durch die Kalk- und Mergeldüngung ungünstig beeinflußt werden können, sind besonders hervorzuheben Kartoffel, Lupine und Serradella.

a) Der Schorf der Kartoffel.

Die Kalkumfragen der Ackerbau-Abteilung haben zu dem Ergebnis geführt, daß auf sehr vielen, namentlich auf den gebundeneren Bodenarten Schorf der Kartoffel überhaupt nicht beobachtet worden ist, während sich auf vielen sandigen Bodenarten das Auftreten dieser Kalamität, bezw. der Erscheinungen, welche unter diesem Namen zusammengefaßt werden, als Folge von Kalk- und Mergeldüngung herausstellt und als großer Übelstand, namentlich beim Verkauf von Speisekartoffeln empfunden wird. Viele der neueren hochgezüchteten Kartoffelsorten leiden darunter weniger als manche ältere, welche sich noch einer gewissen Beliebtheit erfreuen. Dabei hat sich auch die merkwürdige Erscheinung gezeigt, daß in reinem Mergel schorffreie Kartoffeln gezogen wurden, während derselbe Mergel, dem Ackerboden beigemengt, zur Bildung von Schorf Veranlassung gab. Die Schorfbildung ist indessen nicht an die Gegenwart größerer Kalkmengen im Boden geknüpft, da derselbe auch auf kalkarmen Böden und auf solchen, bei denen vorher eisenhaltiger Untergrund in die Höhe gepflügt ist, aufgetreten ist.

Von besonderem Interesse ist die neuerdings durch die Versuche von Frank und Krüger an der Berliner landwirtschaftlichen Hochschule 1895 festgestellte Thatsache, daß in einem Boden, in welchem alle kleinen Lebewesen (Bakterien) durch Erhitzen abge-

tötet waren, vollkommen gesunde und gut aussehende Knollen gewachsen sind, während dieselben in dem nicht sterilisierten natürlichen Boden von Schorf sehr zu leiden hatten. Auch die Desinfektion (Imprägnierung) der Erde mit Petroleum hatte 1894 eine schorffreie, diejenige mit Karbolsäure eine fast schorffreie Knolle ergeben. Ob diese interessante Beobachtung für die Unterdrückung des Schorfs im großen praktisch verwertet werden kann, entzieht sich zur Zeit noch jeder Beurteilung.

Unter den praktischen Hilfsmitteln gegen Schorf ist bis jetzt folgendes in Betracht zu ziehen:

Vor allem werden Sorten angebaut, welche daran weniger zu leiden haben.

Wird die Kalkdüngung während der Bearbeitung der Kartoffeln im Sommer gegeben, so hat sie erfahrungsgemäß weniger auf Schorf gewirkt. Bleibt dann der Acker verschiedene Jahre von Kartoffeln frei, so ist die Gefahr eine geringere.

Die Kalk- und Mergeldüngung wird vor der Anlage mehrjähriger Kleegras- oder langjähriger Luzerne-Schläge angewendet.

Bei öfter wiederholten Kalkgaben von 1,5—2,5 D.-Ztr. gebranntem Kalk oder kohlensaurem Kalk, wie es bei den Herren v. Nathusius-Hundisburg und Schirmer-Neuhaus ausgeführt wird, hat sich Schorf als weniger nachteilig erwiesen. Vereinzelt sind wiederholte Salpetergaben dagegen in Anwendung gebracht worden.

Im übrigen mag noch darauf hingewiesen werden, daß durch die natürlichen Auslaugungsvorgänge und die Entnahme durch die Ernten der Boden so kalkarm werden kann, daß auch die Kartoffel, welche in dieser Hinsicht keine hohen Ansprüche macht, infolge der Kalkzufuhr wesentlich besser gedeiht und daß entsprechend Stärke in den Knollen angehäuft wird, sodaß unter Umständen trotz der Gefahr der Schorfbildung die Kalkdüngung zu Kartoffeln nicht unterlassen werden darf. Namentlich kommt dabei die wesentlich bessere Entwickelung vieler anderer Kulturpflanzen wesentlich

in Betracht. Die Kalkumfrage hat mehrfach ergeben, daß infolge der Kalkzufuhr (auch Kalizufuhr) die Knolle wesentlich schöner und glatter geworden ist. Auch in Sembten bei Guben sind danach auf Sandboden wesentlich bessere Kartoffeln von schönem Aussehen erzielt worden.

b) Die schlechtere Entwickelung von Lupine und Serradella infolge Kalkdüngung.

Was soeben über die so weit gehende Verarmung des Bodens an Kalk, daß die Kartoffel nicht mehr entsprechend gedeiht, gesagt wurde, kann in ähnlicher Weise auf Lupine und Serradella angewendet werden. Beide können Kalk als notwendigen Pflanzennährstoff nicht entbehren. Der Boden kann daran so verarmen, daß dieser Nährstoff für eine reichliche Entwickelung der genannten Pflanzen nicht mehr zur Genüge vertreten ist. Die Umfrage ergiebt aus dem Oldenburgischen mehrfach, daß die Lupine nach der Kalkdüngung sich sehr gut entwickelt habe. Auf anmoorigen Bodenarten ist anzunehmen, daß ein Teil des zugeführten gebrannten Kalkes bald in humussauren Kalk übergeht.

Auf der anderen Seite ist es eine Thatsache, daß Kalk- und Mergeldüngung in sehr vielen Fällen auf die Entwickelung von Lupine und Serradella ungünstig gewirkt haben. Die blaue Lupine und die als Spielart derselben bekannte weißsamige ostpreußische Lupine leidet darunter weniger als die gelbe Lupine. Stärkere Beigaben von Kainit nach dem Vorgange von Dr. Schultz-Lupitz haben stellenweise Abhilfe geschaffen, sind nach den Ergebnissen der Kalkumfrage in anderen Fällen aber auch ohne Einfluß gewesen. Da gerade die Form des kohlensauren Kalks diesen Pflanzen weniger zusagt, so wirkt der Übergang in humussauren Kalk, bezw. die Kompostierung des Kalks mit Moorerde wahrscheinlich günstig.

c) Die Einwirkung auf andere Kulturpflanzen.

In einer Eingabe an die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft aus Oberschlesien wurden diese Nachteile — schlechtere Erträge

von Kartoffeln, Lupinen und Serradella — als so bedeutsam angesehen, daß Zweifel erhoben wurden, ob die Kalkzufuhr mehr nützlich oder schädlich gewirkt habe, namentlich da auch die Zuckerrüben in trockenen Jahren Herzfäule bekommen und Raps und Flachs nach der Kalkdüngung sich schlechter entwickelt hätten.

Ob die zuletzt genannten Angaben als zutreffend angenommen werden können, muß bezweifelt werden. Außerdem ist es aber auch erforderlich, die Düngung mit dem Scheidekalk der Zuckerfabriken von anderen Kalkdüngungen zu unterscheiden. Prof. Frank spricht in einem Artikel über die Herz-Trockenfäule der Zuckerrüben (1895) von dem auffallend krankheitbefördernden Einflusse der Düngung mit Scheidekalk, welcher darauf zurückzuführen sei, daß die Rübenpflanze in eine beschleunigtere Entwickelung käme und beim Beginn von Trocknisperioden an Wassermangel zu leiden hätte.

Im Gegensatz hierzu hat aber die Praxis tausendfach ergeben, daß auf vielen Bodenarten ohne Kalkdüngung die Zuckerrübe mit Erfolg nicht nur überhaupt nicht gebaut werden kann, sondern daß sie durch dieselbe außerdem auch zuckerreicher wird.

Am beliebtesten und erfolgreichsten ist die Kalkzufuhr zu Raps, bei welcher Frucht man mit derselben sowohl bei Neubruch wie auch im regelmäßigen Fruchtwechsel häufig beginnt und wobei bei sonstiger entsprechender Düngung Nachteile dem Verfasser bis jetzt nicht bekannt geworden sind. Der obengenannte Fall in Oberschlesien verdient deshalb besonders untersucht zu werden.

Was den nachteiligen Einfluß der Kalkdüngung auf Flachs betrifft, so ist derselbe vereinzelt behauptet, ebensowohl aber auch das Gegenteil beobachtet worden.

Es mag im übrigen solchen Einwänden gegenüber auf die große Einwirkung der Kalkdüngung auf die Umsetzung und Gärung des Bodens, auf die Möglichkeit eines angemessenen Fruchtwechsels durch Anbau von Erbsen, Bohnen, Klee u. dgl. und auf die Steigerung der gesamten Erträge noch besonders hingewiesen werden. Ohne Kalkzufuhr ist vielfach mit Aussicht auf

Erfolg überhaupt nicht zu wirtschaften. Von einem anderen tüchtigen oberschlesischen Landwirte sind die angegebenen Einwände gegen die Kalkdüngung meist beanstandet worden.

4. Andere nachteilige Einflüsse.

In den vorstehenden Mitteilungen sind bereits die von Prof. Fesca angegebenen cementartigen Verhärtungen des japanischen Bodens infolge übertriebener Düngung mit lebenden Conchylien und Muscheln erwähnt worden. Auch in Deutschland werden derartige Verhärtungen des Bodens vereinzelt angeführt.

Demgegenüber muß daran erinnert werden, daß der Ätzkalk nicht immer in völlig einwandsfreier Art und Weise, namentlich nicht immer in so trockenem Zustande und bei so trockenem Boden und Wetter, daß eine innige Vermengung des zu trockenem Staub zerfallenen Kalkhydrats möglich ist, angewendet wird. Ganz im Gegenteil muß vielmehr behauptet werden, daß nicht selten Teile des gebrannten Kalkes, welche zuviel Wasser aufgenommen haben, eingeschmiert und mit dem Boden nur mangelhaft vermischt werden. Bei der Natur des schmierig gewordenen Ätzkalkes ist es begreiflich, daß derselbe dabei mörtelartige Verhärtungen hervorrufen kann, während dies bei entsprechender Trockenheit des zerfallenen Ätzkalkes und beim Einbringen in trockenen Boden nicht eintreten kann. In der Nässe ausgeführte Kalkdüngungen sind als ein Mißbrauch zu bezeichnen, sie liefern keinen halben Erfolg, schaden vielmehr und müssen streng vermieden werden. Es kann sonach garnicht eindringlich genug darauf aufmerksam gemacht werden, wie wichtig es für den praktischen Erfolg ist, daß der gebrannte Kalk, nicht minder auch der Mergel, dem hinreichend trockenen Boden möglichst trocken und möglichst innig beigemengt wird. Seit langer Zeit wird auch bereits darauf hingewiesen, daß die in den folgenden Jahren zu gebenden Pflugfurchen, wenn dieselben bei entsprechender Trockenheit gegeben werden, die weitere

innige Vermengung des Kalkes mit dem oberen Boden und damit den Erfolg desselben sichern und erhöhen.

Im Anschluß hieran mag auch noch eine Frage kurz berührt werden, welche bei Gelegenheit der Kalkumfrage seitens eines Gutsbesitzers in Pommern aufgeworfen wurde, nämlich die Möglichkeit der Vermehrung des Milzbrandes auf einem Gute infolge der Kalk- und Mergeldüngung. Dies Bedenken kann sich im wesentlichen nur stützen auf den durch Kalkzufuhr ermöglichten stärkeren Anbau der stickstoffreichen Hülsenfrüchte und Kleepflanzen und auf die damit gegebene mißbräuchliche Benutzung derselben bei der Fütterung im Stalle und auf der Weide. Die genannten Pflanzen haben zur gedeihlichen Verfütterung für sich allein ein zu enges Nährstoffverhältnis. Die Gewinnung der genannten eiweißreichen Futtermittel und eines entsprechend kräftigen Stalldüngers gehört aber zu den Hauptvorteilen einer rationellen Kalkdüngung. Für die Entstehung des Milzbrandes ist aber daran zu erinnern, daß als Ursache in erster Linie auf die pathogene Bakterie Bacillus Anthracis verwiesen werden muß.

5. Geringe Erfolge wiederholten Kalkens und Mergelns.

Geringe Erfolge wiederholter Kalkzufuhr sind im allgemeinen vorauszusagen, wenn vorher eine ungenügende Dünger- und Ersatzwirtschaft stattgefunden hat und es an den notwendigen Nährstoffen in ihrer Gesamtheit oder an einzelnen von ihnen fehlt. Man wird dabei allerdings die reinen Kalkdüngungen unterscheiden müssen von der Verwendung von solchem Mergel oder Schlick, in welchem neben Kalk gewisse Pflanzennahrungsstoffe erheblich und hinreichend löslich vertreten sind. Eine Düngung mit dem guten Seeschlick der Nordseemarschen ist gleichbedeutend mit einer erheblichen Zufuhr von wirksamen Stickstoff-, Phosphorsäure-, Kali- und Kalkverbindungen.

Die Klage ist eine häufige, daß eine wiederholte Mergelung einen geringen Erfolg habe. Es fragt sich, wie ist das zu erklären? Für den Fall, daß im Boden infolge der ersten Mergelung

noch hinreichende Mengen von Kalk vorhanden sind, wird naturgemäß auf eine Wirkung vermehrter Kalkzufuhr nicht gerechnet werden können. Einen Anhalt dafür, ob dieser Fall vorliegt, giebt es, wenn man findet, daß der obere Boden beim Aufgießen von verdünnter Salzsäure noch erheblich aufbraust. Wird dagegen wahrgenommen, daß bei im übrigen entsprechender Ersatzwirtschaft der Klee im Bestande lückig wird und daß der kleine rötliche Sauerampfer sich erheblich eingestellt hat, und daß die Luzerne in ihrem Wachstum erheblich nachläßt, so wird in der Regel an eine Wiederholung der Kalkzufuhr gedacht werden müssen.

Außer dem Kalk sind im Mergel auch noch die Nebenstoffe zu berücksichtigen, welche, wie der Thon im Thon- und Lehmmergel, zur Verbesserung sandiger Bodenarten wesentlich beitragen.

Bei geringen Erfolgen wiederholter Mergelungen können demnach also sehr verschiedene Verhältnisse je nach der Natur des Mergels und Bodens und je nach der Wirtschaftsweise in Betracht kommen. Sind bei kalkarmen Bodenarten, welche niemals Kalk oder Mergel erhalten haben, gewisse Nährstoffe oder aufschließbare Bestandteile aufgespeichert, so wird die erste Kalkzufuhr naturgemäß infolge der Verwertung der aufgespeicherten Nährstoffe einen bedeutenderen Erfolg haben, der in gleicher Höhe bei Wiederholung — im Falle die Bewirtschaftung eine ordnungsmäßige gewesen ist — nicht erwartet werden kann. Nicht selten sind in solchen Bodenarten auch größere Mengen stickstoffhaltiger organischer Stoffe vorhanden, welche durch Kalkzufuhr in Salpeter und damit in den leichtlöslichsten stickstoffhaltigen Nährstoff übergeführt werden. Das sind also die „Goldgruben", welche am Anfange dieses und am Ende des vorigen Jahrhunderts in Mecklenburg und in der holsteinischen Probstei und ähnlich anderwärts so außerordentliche Dienste geleistet und zu so überaus rascher Einführung dieser Bodenverbesserung geführt haben, daß zu gewissen Zeiten fast die gesamte landwirtschaftliche Bevölkerung in diesen Goldgruben thätig, und weder auf dem Hofe noch sonst im Felde zu finden war.

Die große Ertragssteigerung, welche bei der ersten

Kalkzufuhr so erzielt werden kann, giebt die Hilfsmittel an die Hand, unter erheblicher Berücksichtigung der stickstoffsammelnden Leguminosen (als Hülsenfrüchte, Futterpflanzen, Gründüngungspflanzen), alsbald zu einer tüchtigen Dünger- und Ersatzwirtschaft zu gelangen. In solchem Falle wird auch eine zweite Kalk- und Mergelzufuhr, wenn sie nötig ist, nur von Erfolg begleitet sein können.

Bei der Verwendung von Ätzkalk und Kalkmergel kommt wesentlich nur die Zufuhr von reinem Kalk, bei gebranntem dolomitischen Kalk auch diejenige von Magnesia in Betracht. Werden diese Düngungen auf gut bestandene Gründüngungspflanzen, auf umgebrochene Klee- und Luzernestoppel gebracht, so wird an einer Verstärkung des Nitrifikations-Vorganges (Salpetergärung) und an einer rascheren Umsetzung und Wirkung der reichlich vorhandenen organischen Stoffe in der Regel nicht gezweifelt werden können.

Die Umprägung des Kalks in „Gold" ist bei unserem heutigen Ackerbau in der Regel etwas anders zu beurteilen als bei der ersten Mergelung im Anfange dieses Jahrhunderts und es ist versucht worden, auch die Mißerfolge zu erklären. Wie viele Landwirte giebt es aber, große und kleine, welche in der Gegenwart noch nicht einmal den Versuch einer derartigen „Umprägung" gemacht haben, in der Verwendung eines Hilfsmittels, ohne welches viele Güter überhaupt nicht mit Erfolg wirtschaften können! Es erfordert in der gegenwärtigen für die Landwirtschaft so schwierigen Zeit die ernsteste und dauernde Aufmerksamkeit nicht bloß der Landesregierungen, sondern namentlich diejenige der landwirtschaftlichen Vereine und Landwirtschaftskammern, zu erwägen und zu prüfen, wie diesem mangelnden Interesse gegenüber praktisch Abhilfe zu schaffen ist.

D. Übersicht von Kalk- und Mergel-Düngemitteln des Handels.

In der nachstehenden Zusammenstellung von Kalk- und Mergel-Düngemitteln des Handels sind einmal solche kalkhaltige Düngemittel aufgenommen, welche zu bestimmten Gehalts- und Preissätzen unter Garantie oder nach Analyse durch Vermittelung der Düngerabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft vertrieben werden, zweitens solche, welche auf den bisherigen Ausstellungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft vorgeführt sind und sich als bemerkenswert herausgestellt haben. Bei den letzteren ist der Ort und das Jahr der Ausstellung verzeichnet. Alle Düngemittel, bei welchen unter Bemerkungen in der Übersicht nichts eingetragen ist, werden zu den angegebenen Gehalts- und Preissätzen zur Zeit durch Vermittelung der Düngerabteilung geliefert.

Da bei den gebrannten Kalken eine Garantie nur für den Gehalt an Kalkerde (Calciumoxyd) übernommen wird, so sind in der Übersicht auch nur die bezüglichen Zahlen aufgeführt, während bei den auf den Ausstellungen vorgeführten Kalken auch die Magnesia angegeben ist.

Von diesen durch die Ausstellungen bekannt gewordenen Düngemitteln ist nur ein geringer Teil erwähnt, einmal, weil eine große Zahl derselben zu den mit Garantie durch die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft verkauften gehört, zweitens, weil sehr viele Düngemittel der Ausstellungen überhaupt keine solche sind, welche bis jetzt für weitere Gebiete des Handels in Betracht gekommen. Allerdings würden bei größerer Aufmerksamkeit auf die

bezüglichen Fragen seitens der Inhaber und bei noch mehr entwickelten Eisenbahnen noch manche später in weiteren Kreisen mit Hilfe der Verfrachtung benutzt werden können. Der Ausbau der Eisenbahnlinien und Kanäle, namentlich auch die Anlage besonderer Kalkeisenbahnen, sind nach dieser Richtung von besonderer Wichtigkeit.

So ist zu hoffen, daß von den zahlreichen Kalk- und Thonmergeln der Provinz Westfalen, von denen in der Übersicht nur einige bemerkenswerte Vertreter aufgenommen sind, künftig weit mehr für Zwecke der Bodenkultur verfrachtet wird. Aus ähnlichen Gründen ist von den sehr hochgradigen gebraunten Kalken des Fürstentums Waldeck, welche auf mehreren Ausstellungen sehr zahlreich vertreten waren, nur wenig aufgenommen worden, da die meisten für weiteren Vertrieb noch nicht in Betracht kommen, während sie in der Heimat bekannt genug sind.

Um die Kalk- und Mergel-Düngemittel in ihrem Gehalt besser vergleichen zu können, ist bei denjenigen, welche durch die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft vertrieben werden, der Preis für 1 kg Kalkerde, (Calciumoxyd, CaO) bezw. Magnesia (MgO) berechnet und in einer besonderen Rubrik aufgeführt worden. Die Vergleichung ergiebt mehrfach ein überraschendes Resultat. In manchen Düngemitteln kostet 1 kg Calciumoxyd noch weit unter einem Pfennig, während der Preis in andern über 1 Pfennig und einzeln über 2 Pfennig hinausgeht. Man braucht den Gehalt an kohlensaurem Kalk nur mit 0,56 zu multiplizieren, um den Gehalt an Calciumoxyd darin zu erhalten. Da der aus Calciumoxyd bestehende Ätzkalk im Boden meist wieder in kohlensauren Kalk übergeht, so ist die Vergleichung nach dem Gehalte an Calciumoxyd und nach dem Preise von 1 kg davon, bei den gebrannten dolomitischen Kalken nach dem Preise von 1 kg Calciumoxyd und Magnesia besonders zu empfehlen. Unter Berücksichtigung der mehr oder weniger raschen Wirkung, ferner der Kosten der Verfrachtung und des Einbringens in den Boden sollte ein jeder deshalb vor der bezüglichen Auswahl die Preissätze für 1 kg Calciumoxyd bezw. Magnesia bei den verschiedenen Handelsdünge-

mitteln und Bodenarten vergleichen, um danach das beste und preiswürdigste Düngemittel zur Anwendung zu bringen.

Eine vom Verfasser angestellte Preisvergleichung für eine Empfangstation im östlichen Teile der Mark Brandenburg ergab beispielsweise folgendes:

1 kg Calciumoxyd stellte sich frei Empfangstation in den nachstehenden Düngemitteln wie folgt:

Im Kalkmergel von Misburg	1,90 Pfg.
Im gebr. Stückkalk von Gogolin mit 90 % Gehalt	1,54 "
In der Kalkasche von da	
bei 50 % Gehalt	1,44 "
" 60 " "	1,20 "
" 70 " " etwa	1,00 "

Bei der Kalkasche ist ein sehr großer Unterschied im Gehalte, ob sie frisch vom Ofen oder nach längerem Lagern im Freien, nachdem sie Wasser und Kohlensäure aufgenommen hat, verwandt wird. Der Kalk des Misburger „Kalkmergels“ kommt erfahrungsgemäß weniger rasch als der des gebrannten Kalks zur Wirkung und ist deshalb eine zu kräftige Wirkung auf Sandboden weniger zu fürchten.

Es ist außerdem zu berücksichtigen, bei welchen dieser Düngemittel das Einbringen in den Boden am bequemsten und billigsten ist. Bei der stark staubenden Kalkasche ist es bekannt, daß das Einbringen manche Unbequemlichkeiten im Gefolge hat. Trotzdem ist ihr billiger Preis sehr beachtenswert und wird angegeben, daß die Übelstände des Staubens durch Beimengung von Kainit oder Carnallit haben vermindert werden können.

Daß im übrigen die Verwendung verschiedener Düngemittel nach den in der Praxis thatsächlich erzielten Erträgen zu kontrolieren ist, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

I. Gebrannter Kalk.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an Kalkerde (Ca O) %	Gehalt an Magnesia (Mg O) %	Preis für 100 D.-Ztr. ℳ	Preis für 1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	Bemerkungen
1	II	Stückkalk	Naclo, Schlesien	95	—	76	0,80	
2	II	Kalkasche	Gr. Strehlitz	50	—	28	0,56	
3	II	Stückkalk	Mocrau bei Nicolai	96,26	0,83	60	—	Analyse und Preis des Kalkes bei Gelegenheit der Ausstellung zu Breslau 1888 *)
4	II	dsgl.	Gogolin	95	—	88	0,93	
5	II	Kalkasche	dsgl.	60	—	30	0,50	
6	II	Gebr. Kalk	Reichenstein, Camenz in Schlesien	90	—	92	1,02	
7	II	Gebr. Düngekalk	Prieborn	97,67	0,87	93	—	Ausstellung Breslau 1888

*) Zur Bezeichnung dieser Mitteilung wird nachfolgend nur der Ort und das Jahr der Wanderausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft angegeben.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				Kalkerde (Ca O) %	Magnesia (Mg O) %	100 D.-Ztr. ℳ	1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	
8	II	Stückkalk	Tschirnhaus-Kaufung a. d. Katzbach	96	—	96	1,00	
		Ders. gemahlen	dsgl.	96	—	120	1,25	
9	II	Kalkasche	dsgl.	—	—	32	—	
10	II	Stückkalk	Hansdorf bei Pakosch, Posen	95	—	144	1,52	
11	II	Kalkasche	dsgl.	50	—	64	1,28	
12	III	Gemahlener Düngekalk	Rüdersdorf, Brandenburg	77	—	132	1,71	
13	III	Kalkasche	dsgl..	—	—	70	—	
14	V	Gebr. Düngekalk	Sandfort, Osnabrück	90	—	88	0,98	
15	V	Gesiebter Düngekalk (Kalkhydrat)	Lüneburg	70,4	—	105	1,49	
16	V	Stückkalk	Bredenbeck, Provinz Hannover	98,63	0,83	118	—	Ausstellung Breslau 1888
17	VI	dsgl.	Staßfurt, Provinz Sachsen	90	—	125	1,39	

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an Kalkerde (Ca O) %	Gehalt an Magnesia (Mg O) %	Preis für 100 D.-Ztr. ℳ	Preis für 1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	Bemerkungen
18	VI	Gemahlener Stückkalk	Staßfurt, Provinz Sachsen	90	—	135	1,50	
19	VI	Staubätzkalk	dsgl.	60	—	65	1,08	
20	VI	Stückkalk	Förderstedt	90	—	138	1,53	
21	VI	Gemahlener Stückkalk	dsgl.	90	—	150	1,66	
22	VI	Stückkalk	Schraplau	90	—	115	1,28	
23	VII	Gebr. Kalk	Gänsefurth bei Hecklingen, Anhalt	89,66	1,28	110—130	—	Ausstellung Breslau 1888
24	VII	Stückkalk	Ocker a. Harz, Braunschweig	90	—	100	1,11	
25	VII	dsgl.	Rübeland	95	—	105	1,11	
26	VII	Gemahlener Stückkalk I	dsgl.	90	—	130	1,44	
27	VII	Gemahlener Stückkalk II	dsgl.	60	—	80	1,33	

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an Kalkerde (Ca O) %	Gehalt an Magnesia (Mg O) %	Preis für 100 D.-Ztr. ℳ	Preis für 1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	Bemerkungen
28	VII	Staubkalk	Rübeland	—	—	45	—	
29	VII	Stückkalk	Altmorschen oder Sontra, Hessen-Nassau	95	—	105	1,11	
30	VII	Staubkalk	dsgl.	70	—	65	0,93	
31	VII	Gemahlener gebr. Kalk I	dsgl.	95	—	150	1,58	
32	VII	Gemahlener gebr. Kalk II	dsgl.	70	—	100	1,43	
33	VII	Gebr. Kalk (Devon)	Nieder-Wildungen, Waldeck	94,00	1,07	110—130	—	Ausstellung Straßburg 1890
34	VII	Gebr. Kalk (Zechstein)	Corbach	99,09	0,38	120	—	dsgl.
35	VIII	Gebr. Kalk	Lengerich, Westfalen	94,60	2,88	—	—	Ausstellung Bremen 1891
36	VIII	Stückkalk	Borgholzhausen bei Halle, Westfalen	90	—	65	0,72	

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				Kalkerde (Ca O) %	Magnesia (Mg O) %	100 D.-Ztr. ℳ	1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	
37	VIII	Gemahlener Stückkalk	Borgholzhausen bei Halle, Westfalen	85	—	95	1,12	
38	VIII	Gebr. Weißkalk	Bestwig b. Nuttlar, Westfalen	88	—	75	0,85	
39	VIII	Gebr. Ringofen-Weißkalk	Hagen, Westfalen	95	—	88	0,93	
40	VIII	Gebr. Fettkalk	Grevenbrück, Westfalen	90	—	130	1,44	
41	VIII	Gebr. Weißstückkalk	Bergisch-Gladbach	90	—	85	0,94	
42	VIII	Ätzkalk gemahlen	dsgl.	—	—	110	—	Ausst. Köln 1895
43	VIII	Stückkalk	Dornap	95	—	80—100	0,84—1,05	
44	VIII	dsgl.	Walheim, Aachen, Rheinprovinz	94	—	80	0,85	

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				Kalkerde (Ca O) %	Magnesia (Mg O) %	100 D.-Ztr. ℳ	1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	
45	VIII	Feldkalk	Walheim, Aachen, Rheinprovinz	—	—	70	—	
46	VIII	Kalkasche	do.	—	—	30	—	
47	VIII	Feingemahlener Ätzkalk	Soetenich bei Call, Eifel	80	—	123	1,54	
48	VIII	Grobgemahlener Ätzkalk	dsgl.	80	—	115	1,44	
49	VIII	Gebr. Marmor-Stückkalk	Abendstern b. Kinzenbach, Rheinprov.	95	—	105	1,11	
50	VIII	Dsgl. gemahlen	dsgl.	95	—	130	1,35	
51	IX	Gebr. Kalk der Phyllitformation	Berggießhübel, Kön. Sachsen	95,15	2,04	115	—	Ausstellung Breslau 1888
52	IX	Gebrannter Kalk der Glimmer-Schiefer-Formation	Krottendorf bei Scheibenberg, Kön. Sachsen	91,08	3,65	120	—	dsgl.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				Kalkerde (Ca O) %	Magnesia (Mg O) %	100 D.-Ztr. ℳ	1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	
53	X	Stückkalk	Glan, Münchweiler, Bayern	85	—	136	1,60	
54	X	dsgl.	Abensberg b. Regensburg	95	—	160	1,68	
55	X	Kalkstaub	dsgl.	60	—	40	0,66	
56	X	Stückkalk	Werke a. d. Donau.	98	—	160	1,63	
57	X	Kalkasche	dsgl.	60	—	30	0,50	
58	X	Stückkalk	Hartmannshof (Mittelfranken).	—	—	130	—	Ausstell. München 1893
59	X	Kalkstaub (Düngekalk)	dsgl.	—	—	30	—	dsgl.
60	X	Kalkstaub	Harburg im Ries, Schwaben	—	—	20—25	—	dsgl.
61	X	Kalkstaub	Unterhausen, Schwaben	—	—	20—30	—	dsgl.

II. Gebrannter dolomitischer Kalk (Dolomit).

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				Kalkerde (Ca O) %	Magnesia (Mg O) %	100 D.-Ztr. ℳ	1 kg Kalkerde u. Magnesia (Ca O, Mg O) Pf.	
62	II	Gebr. dolom. Düngekalk	Reichenstein, Camenz (Schlesien)	70	20	94	1,04	
63	II	Gebr. Graukalk	Moisdorf, Jauer	63,45	12,23	110—130	—	Ausstellung Breslau 1888
64	VII	Gebr. Dolomit	Theresienthal, Ocker a. Harz	80,94	14,04	120	—	Ausstellung Magdeburg u. Bremen 1889 u. 1891.
65	VII	Gebr. Dolomit (Zechstein)	Bergheim i. Waldeck	59,25	35,37	112—140	—	Ausstellung Straßburg 1890
66	VIII	Gebr. dolomit. Kalk	Dornap Rheinprov.	57,14	34,84	80—100	—	Ausstell. Köln 1895 dsgl.
67	VIII	Gebr. dolomit. Kalk	Berg-Gladbach	60	25	85	1,00	
68	VIII	Gebr. dolomit. Kalk gemahlen	dsgl.	60,76	21,41	110	—	dsgl.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an Kalkerde (Ca O) %	Gehalt an Magnesia (Mg O) %	Preis für 100 D.-Ztr. ℳ	Preis für 1 kg Kalkerde u. Magnesia (Ca O, Mg O) Pf.	Bemerkungen
69	VIII	Gebr. Feldkalk, stückreich	Birgel, Jünkerath, Rheinprovinz	59	33	95	1,03	
70	VIII	Gebr. Feldkalk, weniger stückreich	dsgl.	59	33	90	0,98	
71	IX	Gebr. dolom. Stückkalk	Ostrau, Kön. Sachs.	55 zusammen 91	36	106	1,16	Vielfach unter dem Namen „niedersächs. Graukalk" bekannt.
72	IX	dsgl.	ab Kahn, Riesa	—	—	123	—	
73	IX	Gebr. Dolomit	Geithain, Sachsen	61,11	37,64	150—156	—	Ausstellung Breslau 1888
74	IX	Gebr. Dolomit der Glimmerschiefer-Formation	Lengefeld im Erzgebirge	58,15	40,01	194	—	dsgl.

III. Handelsmergel und gemahlener kohlensaurer Kalk.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				kohlens. Kalkerde %	entsprechend Kalkerde (Ca O) %	100 D.-Ztr. ℳ	1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	
75	II	Kalksteinmehl (gemahl. Marmor)	Tschirnhaus-Kaufung a. d. Katzbach	98	54,9	60	1,09	
76	III	Gemahlener Wiesenkalk	Ravensbrück, Fürstenberg (Mecklenburg)	84—91	—	80	—	Ausst. Berlin 1894
77	III	Gem. Wiesenkalk, Handelsmergel	Zühlsdorf, Neumark	—	—	70	—	dsgl.
78	V	Präparierter Kalkmergel	Misburg, Hannover	85	47,6	40	0,88	
79	V	Präparierter Kalkmergel von gröberer Beschaffenheit	dsgl.	—	—	25	—	
80	V	Gemahlener Kalkdünger	Lüneburg	90	50,4	45	0,89	
81	V	Gesiebter Kalkmergel	dsgl.	—	—	28	—	

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an		Preis für		Bemerkungen
				kohlens. Kalkerde %	entsprechend Kalkerde (Ca O) %	100 D.-Ztr. M	1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	
82	V	Westerweyher Kalkmergel	Uelzen oder Ebstorf, Hannover	85	47,6	38	0,80	
83	VI	Süßwasser-Muschelkalk, fein gemahlen	Walbeck, Helmstedt oder Oebisfelde	96	50,4	140	2,77	
84	VI	Süßwasser-Muschelkalk, gesiebt	dsgl.	90	50,4	100	1,98	
85	VI	Kalksteinmehl	Förderstedt, Provinz Sachsen	90	50,4	80	—	Ausstellung Magdeburg 1889.
86	VII	Kalksteinmehl	Rübeland im Harz	98,50	55,1	52	0,94	
87	VIII	Weißer Mergel	Dohberg, Kreis Herford	68,73	1,87 $Mg\,CO_3$	—	—	0,47 % Kali, 13,0 % Thon. Ausstellung Breslau 1888.
88	VIII	Mergel	Diebrock, Kreis Herford	40,67	3,28 $Mg\,CO_3$	—	—	1,56 % Kali, 31,56 % Thon. Ausstellung Breslau 1888.
89	VIII	Steinmergel	Rheda, Kreis Wiedenbrück	46,63	—	—	—	1,96 % Kali, 30,43 % Thon, 19,78 % Sand. Ausstellung Breslau 1888.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an kohlens. Kalkerde %	Gehalt an entsprechend Kalkerde (Ca O) %	Preis für 100 D.-Ztr. ℳ	Preis für 1 kg Kalkerde (Ca O) Pf.	Bemerkungen
90	VIII	Dolomit. Mergel	Ehrsen, Amt Schottmar	34,11	18,69 Mg CO_3	—	—	3,39 % Kali, 24,09 % Thon, 15,72 % Sand. Ausstellung Breslau 1888.
91	VIII	Mergel	Hamern bei Billerbeck, Kreis Coesfeld	65,63	0,36 Mg CO_3	—	—	0,36 % Phosphorsäure, 21,75 % Thon, 8,67 % Sand. Ausstellung Bremen 1891.
92	VIII	Kalkmergel	Rodde b. Bevergern, Kreis Teklenburg	96,53	1,21 Mg CO_3	—	—	0,17 % Phosphorsäure. Ausstellung Bremen 1891.
93	VIII	Mergel mit Strontianit	Ahlen, Kr. Beckum	34,01	0,58 Mg CO_3	—	—	21,19 % kohlensaure Strontianerde, 20,44 % Thon, 19,26 % Sand, Ausst. Königsberg 1892.
94	VIII	Dänischer Korallenkalk, gemahlen	frei Hafen Wismar, Rostock, Stralsund, Stettin, Colberg	98	54,90	120	2,19	Ist Faxökalk der Kreideformation der dän. Insel Seeland.

IV. Mischungen von Ätzkalk und kohlensaurem Kalk.

Laufende Nummer	Gau	Gegenstand	Gewinnungsort und Versandort	Gehalt an Ätzkalk (Ca O) %	Gehalt an kohlensaurem Kalk %	Gehalt an entsprechend Kalkerde (Ca O) %	Preis für 100 D.-Ztr. ℳ	Preis für 1 kg Kalkerde der Mischung Pf
95	V	Präparierter Kalkdünger	Lüneburg, Prov. Hannover	40	50	28,0	95	1,40
96	V	Gesiebter Düngekalk mit Zusatz von Ätzkalk I	dsgl.	50	40	22,4	86	1,19
97	V	dsgl. II	dsgl.	33,3	60	33,9	78	1,17
98	VII	Gemischter Kalkdünger I	Rübeland	36	59	33	105	1,52
99	VII	dsgl. II	dsgl.	14	59	33,04	85	1,81

Schlußwort.

Das mit dem Beginn ihrer Thätigkeit einsetzende Eintreten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für die Lösung der Kalkfrage hat bereits Großes erreicht. Durch das Zusammenwirken der Düngerabteilung und der Ackerbauabteilung auf diesem Gebiete ist das Eis der Gleichgiltigkeit gegenüber dieser für die Landeskultur so überaus wichtigen Angelegenheit in zahlreichen wissenschaftlichen und praktischen Kreisen zum Schmelzen gebracht, der Bann gebrochen worden und ein lebendiges Interesse für die Frage an die Stelle getreten. Manche Vertreter der Wissenschaft, welche derselben früher kühl gegenüberstanden, sind ihre wärmsten Fürsprecher geworden. In praktischen Kreisen findet dieses großartige Hilfsmittel immer mehr Beachtung und wird sogar in vielen Fällen als ein wesentliches Mittel benutzt, um den gegenwärtigen großen Schwierigkeiten auf landwirtschaftlichem Gebiete zu begegnen. In Verbindung mit der Zufuhr von Phosphorsäure und Kali ist durch die Verwendung von Kalk und Mergel der Ackerbau mancher Gegenden geradezu umgestaltet worden. Mit der dadurch ermöglichten Fruchtwechselwirtschaft, mit Futterbau und einer angemessenen Düngerwirtschaft ist derselbe auf vielen Bodenarten zur Selbstständigkeit und zu Erfolgen gelangt, während daselbst früher Ärmlichkeit und wirtschaftliche Not die Regel waren. Das Bewußtsein des Erfolges hat aber auf die Entwickelung des Fleißes

und anderer wirtschaftlicher Tugenden der bäuerlichen Bevölkerung einen großen Einfluß, ohne welche auf keinem Gebiete menschlicher Thätigkeit Erfolge möglich sind. Und diese Erfolge sind größtenteils zu verzeichnen in den letzten 10 Jahren, also in demjenigen Zeitraum, in welchem die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft ihre Thätigkeit entfaltet hat.

Eine Reihe von kleinen Abhandlungen ist erschienen, um in praktischen Kreisen auf die dadurch erzielten wirtschaftlichen Ergebnisse hinzuweisen und derart weiterhin zur vermehrten Anwendung beizutragen.

Durch dieselben wird vielfach bewiesen, wie großartig die Erfolge im einzelnen sein können. Es mag in dieser Hinsicht nur auf die bedeutsamen Zahlen aufmerksam gemacht werden, welche Herr Kreis-Landwirtschaftsinspektor K. Schneider in neuester Zeit in einer kleinen Schrift: „Die zweckmäßige Kalkdüngung verhilft armen Vätern zu reichen Söhnen“ (Druck von Carl Ebner in Marienberg) über die bezüglichen Erfolge auf dem Westerwalde zusammengestellt hat. In einer wertvollen kleinen Schrift über die „Düngung der Wiesen, Felder und Weiden“ (S.-A. aus d. Landw. Wochenblatt in Baden, Karlsruhe, Braunsche Hofbuchdruckerei 1895) macht Geh. Hofrat Dr. Neßler gerade für diese Gegenden Süddeutschlands, in dem fast nur bäuerlicher Grundbesitz vorhanden ist, auf den Segen der Mineraldüngung, und insbesondere auch von Kalk und Mergel aufmerksam. Namentlich wird auch auf die große Bedeutung der Kalkzufuhr im Interesse des Obst- und Weinbaues besonders hingewiesen.

Wo das Eis der Gleichgiltigkeit auch in kalkarmen Gegenden noch nicht hat zum Schmelzen gebracht werden können, es wird auch da schon kommen. Die Not der Zeit verlangt auf dem Gebiete des Ackerbaues gebieterisch Hilfe. Es ist dazu nur notwendig, daß überall, wo es erforderlich ist, in jeder Dorffeldmark, auf jedem Gute, praktische Beispiele geschaffen werden. Solche praktische Beispiele sind überall die besten Lehrmeister und sie sind bereits mit sehr wenig Mitteln zur Ausführung zu bringen.

Verfasser kann diese Schrift deshalb nur mit dem Ausdrucke der Befriedigung abschließen, daß durch das Eintreten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für diese Frage im Ackerbau vieler Gegenden und Wirtschaften ein Fortschritt zu verzeichnen ist, und spricht allen denjenigen, welche ihn bei dieser Arbeit unterstützt haben, hierdurch seinen wärmsten Dank aus.

„Anleitungen"

der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Es sind bisher erschienen:

Der Sammlung

Nr. 1. **Pflanzenschutz**, von Prof. Dr. B. Frank und Dr. Sorauer. 1. Auflage. Vergriffen.

„ 2. **Kalk und Mergel**, von Dr. Martin Ullmann. 1. Aufl. Vergriffen.

„ 3. **Kalisalze**, von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. M. Maercker. Zweite Auflage. Nur für Vortragende bestimmt.

„ 4. **Buchführung**, von Dr. F. Aereboe.

„ 5. **Kalk- und Mergel-Düngung**, von Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Albert Orth.

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft.

Schirmherr:

Seine Majestät der Kaiser.

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft mit 11 000 Mitgliedern veranstaltet zwecks Hebung der Landwirtschaft Ausstellungen, Versammlungen und Prüfungen, veranlaßt wissenschaftliche und praktische Untersuchungen und giebt Schriften heraus. Die Gesellschaft arbeitet in 7 Abteilungen mit 24 Sonderausschüssen. Im einzelnen wirkt die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft durch folgende Mittel: Jährliche Wanderausstellungen mit Preisausschreiben für Tiere, Erzeugnisse und Geräte, sowie auf dem Gebiete des Bauwesens; vergleichende Arbeitsprüfungen von landwirtschaftlichen Maschinen, Prüfung der Neuheiten von Maschinen und Betriebseinrichtungen; wissenschaftliche Arbeiten in einer Versuchsstation; Versuchsanbau mit Düngemitteln und Saaten; Auskunftserteilung in Sachen des landwirtschaftlichen Bauwesens, der Maschinenbeschaffung, des Meliorationswesens, des Pflanzenschutzes, der Düngerpflege, Verwertung der städtischen Abfallstoffe und in sonstigen landwirtschaftlichen Fragen; ferner durch Aufsuchung von Kalk- und Mergellagern, Geschäftsvermittelung bei Ankauf von Handelsdünger aller Art, auch Mergel und Kalk, Vermittelung des An- und Verkaufs von Saatgut und Futtermitteln; Einrichtung von Buchführungen; Herausgabe eines „Jahrbuch", von „Anleitungen für praktische Landwirte", laufender Hefte der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft" und regelmäßiger „Mitteilungen".

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft hat durch Aussetzung hoher Preise auf den Ausstellungen, durch die Untersuchung der Güter auf Kalk und Mergel, durch Vermittelung des Handels in Kalk und Mergel sowie durch zahlreiche Vorträge und Schriften auf die Wichtigkeit der Verwendung von Kalk und Mergel sowohl innerhalb des Rahmens der Ackerbau-, wie auch der Düngerabteilung hingewirkt.

Eine Preisschrift „Kalk und Mergel" von Dr. Ullmann wurde in 15 000 Exemplaren verbreitet. Jetzt liegt eine zweite Schrift über diesen Gegenstand vor, „Kalk- und Mergel-Düngung", von Geheimrat Professor Dr. Orth. Diese Schrift wird für die Mitglieder der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft kostenlos ausgegeben und ist außerdem auch im Buchhandel zu haben.

Weitere Auskünfte über die Gesellschaft erteilt ihre Hauptgeschäftsstelle Berlin SW., Kochstraße 73.